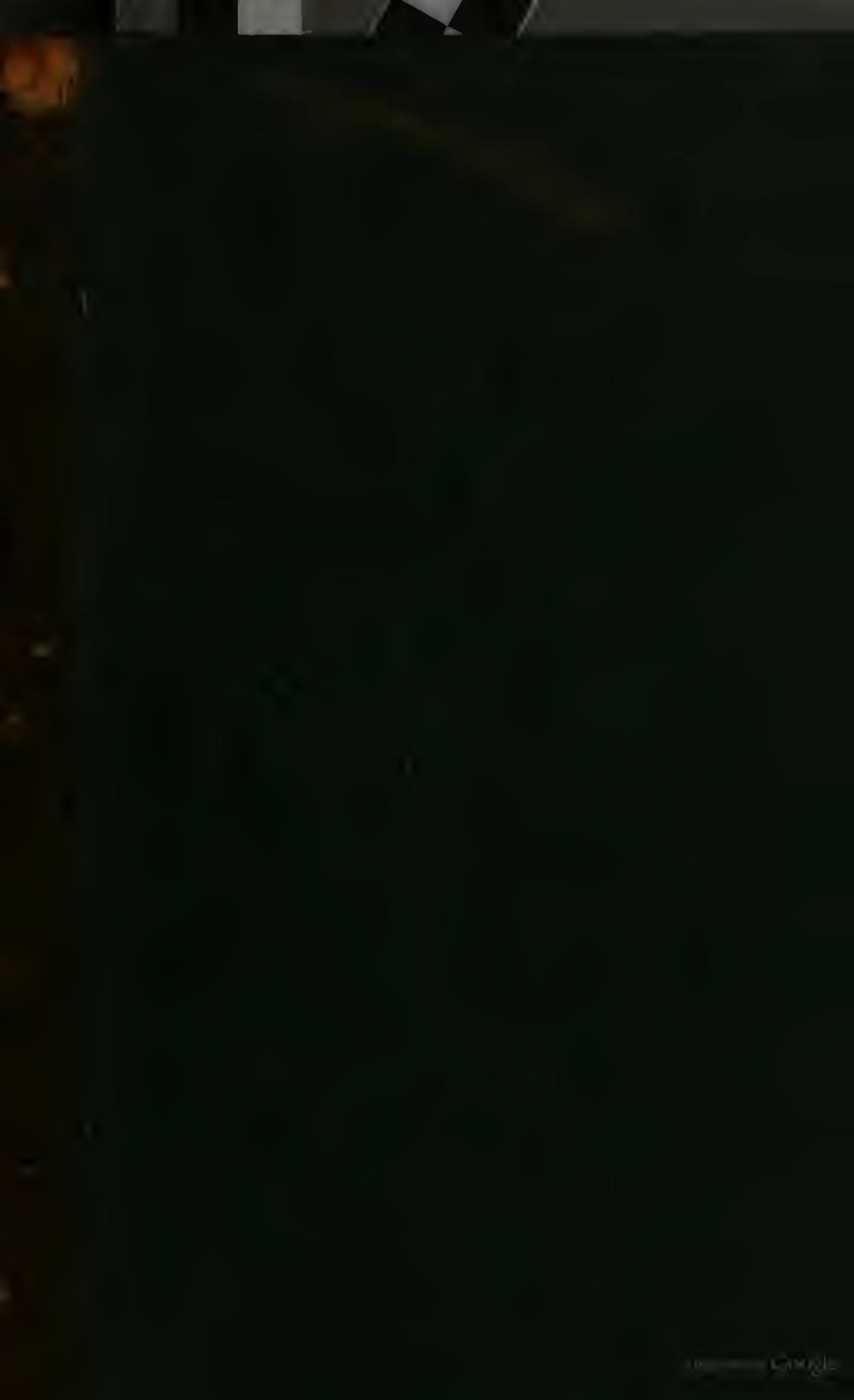


LIBRAIRIE ALLEMANDE
DETKEN
LARGO DI PALAZZO
SOTTO LA FORESTERIA
NAPOLI

FONDO PROVINCIA

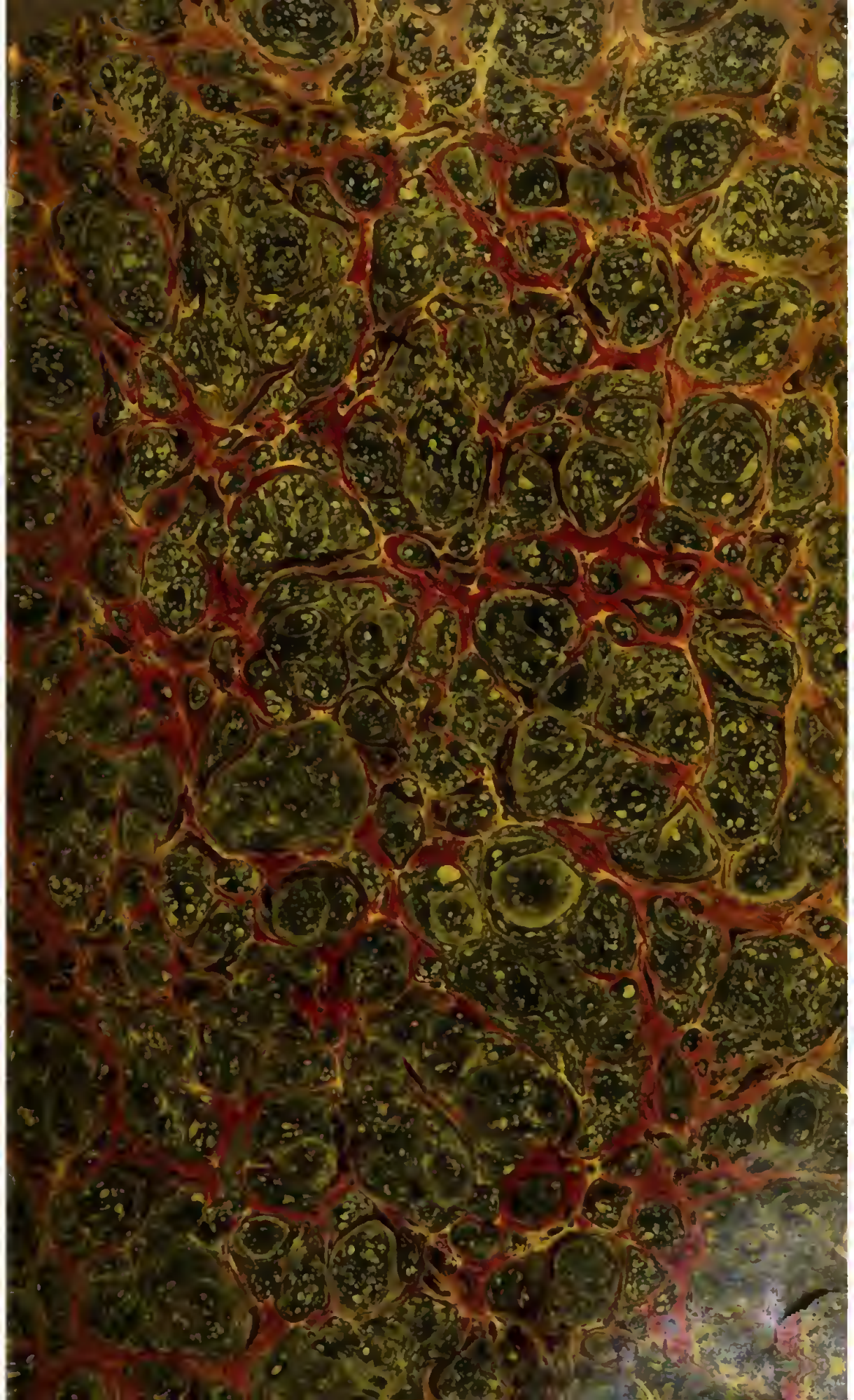
R. ISTITUTO ORIENTALE NAPOLI
BIBLIOTECA M. RIPA
1
F
33

IOTECA PROVINCIALE

Palchetto

ine 1 F 33

NAZIONALE
B. Prov.
XXIV
104
NAPOLI
BIBLIOTECA
VITT. EM. III



17 C. 15

105
6
40-42
B. Pros. XXIV-104

# Briefe

über

# Alexander von Humboldt's Kosmos.

64984 2

# Briefe

über

# Alexander von Humboldt's Kosmos.

Ein

Commentar zu dieſem Werke für gebildete Laien.

## Erſter Theil.

Bearbeitet

von

Bernhard Cotta,
Profeſſor.

Zweite verbeſſerte Ausgabe.

Leipzig,
T. O. Weigel.
1850.

# An Herrn Alexander v. Humboldt.

Daß ich es wage, auf Ihrem Kosmos weiter zu bauen, geschieht zunächst auf Veranlassung des Herrn T. O. Weigel, welcher mich dazu aufgefordert hat; ich wäre nicht auf diesen kühnen Gedanken gekommen, aber einmal darauf gebracht, verfolge ich ihn selbst zwischen den gewaltigen Zeitbewegungen hindurch mit großem Genuß. Ja die Beschäftigung damit trägt sogar sehr zur Beruhigung des Gemüths bei, und ich will wünschen, daß das Resultat dieser Beschäftigung auf Andere in ähnlicher Weise einzuwirken vermöge.— Das wird die eine meiner Bestrebungen sein; eine andere und die hauptsächlichste ist es, die Wirkung Ihres Kosmos noch mehr zu verallgemeinern, die Wellenkreise wissenschaftlicher Bewegung, die von Ihrem gewaltigen Wurf ausgehen, weiter und weiter ausschwingen zu lassen.

Nicht wenig bin ich gespannt zu hören, was Sie dazu sagen werden, daß ich auf einen so kühnen Plan eingegangen bin. Aber ich rechne dabei auf Ihre unendliche Güte, denn ich habe Sie noch nie anders als gütig gesehen.

Erwarten Sie von mir, der ich in einem verhältnißmäßig stillen Winkel Deutschlands lebe, nicht, daß ich mich über die Ereignisse des Tages ausspreche, die mich tief erregen, die ich aber nicht zu übersehen vermag. Ich kann nur sagen, daß ich

im deutſchen Strom ſchwimme, wie in einem ungewohnten Element, was trotz Gefahr und Neuheit unwiderſtehlich anzieht, und faſt ungeahnete Hoffnungen neben mancherlei Beſorgniſſen aufkeimen läßt.

Kein Thron ſteht jetzt ſo feſt, als der der Wiſſenſchaft, und vor ihm beugt ſich tief

Freiberg, 2. April 1848.

B. Cotta.

---

## An meinen Verleger!

Mit großer Freude erſehe ich aus Ihrer Zuſchrift, welche ich, von einer Reiſe aus den Alpen zurückkehrend, hier vorfand, daß Sie eine neue Ausgabe meiner Briefe für nöthig halten, und füge die nöthigſten Abänderungen für dieſelbe hier bei. Alles das umzugeſtalten, deſſen Umgeſtaltung mir wünſchenswerth erſcheint, iſt mir bei der Kürze der Zeit, die Sie mir zugeſtehen, unmöglich.

Freiberg, am 6. October 1849.

B. Cotta.

# An die Leſer.

Alexander v. Humboldt hat ſich im Kosmos die große Aufgabe geſtellt, unſer Wiſſen von dem Einzelnen der Natur zu einem Ganzen zu vereinigen; die Naturwiſſenſchaften zu einer Naturwiſſenſchaft einzuſchmelzen; die Einheit in der Vielheit zu zeigen; „die Erſcheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zuſammenhange, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganze aufzufaſſen.“ Der Kosmos ſoll alſo die einzelnen Strahlen der Naturkenntniß in einem Brennpunkt ſammeln.

Es konnte da nicht ſeine Abſicht ſein, die einzelnen Doctrinen ſyſtematiſch an einander zu reihen, noch weniger, jede für ſich, wie in einem Lehrbuch, oder einer Encyklopädie zu bearbeiten. Um die einzelnen Zweige des Naturwiſſens gründlich zu ſtudiren, bricht man ſie von dem Baume, reißt ſie aus ihrem gemeinſamen Verbande, ſtreckt ſie in eine ſyſtematiſche Form und unterſucht Blatt für Blatt in einer beſtimmten Reihenfolge. Ein ſolches Verfahren, eine ſolche ſyſtematiſch geordnete, zergliedernde Bearbeitung der Naturwiſſenſchaften iſt aber unmöglich, ſobald man ſie in ihrem allgemeinen natürlichen Verbande darſtellen will.

Die Lichtpunkte, welche menſchlicher Verſtand in dieſem Gebiet erfaßt hat, liegen nicht in einer einfachen Reihe hinter einander, auch nicht in einer Ebene. Sie ſind wie die Sterne im Weltraum allſeitig vertheilt und gruppirt. Die verbindenden Strahlen bilden ein körperliches Netz, ein vielfach verſchlungenes Gewebe, und wenn man ſie nur in einer Richtung wie einen leitenden Ariadnefaden verfolgt, verliert man leicht ihren allgemeinen Zuſammenhang aus dem Auge, gewinnt kein über-

ſichtliches Bild von dem Plan des Labyrinthes, von dem Gebäude der Welt und ihrem Haushalt.

Wie es nicht der Zweck des Kosmos iſt und ſein kann, über einzelne Naturwiſſenſchaften zu belehren, ſo kann es auch nicht ſeine Aufgabe ſein, vorzugsweiſe Neues zu lehren, neue Entdeckungen mitzutheilen. Er faßt nur das Gewonnene mit kühnem Griff zuſammen und zeigt ſeine Harmonie.

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß bei ſo umfaſſender Darſtellung immer nur die überwiegenden Erſcheinungen und Geſetze hervorgehoben werden können, alle untergeordneten Wirkungen und Erſcheinungen müſſen, um die Darſtellung nicht unklar zu machen, um namentlich den Laien nicht ganz zu verwirren, wie nicht vorhanden übergangen werden. Darin liegt die Schwierigkeit und die Kunſt ſolcher Darſtellung, daran ſcheiterten ſo oft gerade die gründlichſten Forſcher, wenn ſie ſich allgemein verſtändlich machen wollten.

Während die einzelnen Naturwiſſenſchaften nur auf Beobachtungen fußen und auf ihrem ſicheren Boden weiter ſchreiten, mag ein ſolcher umfaſſender Ueberblick, wie ihn der Kosmos verſucht, ſich hier und da wohl darüber erheben und durch den combinirenden Verſtand den Weg zu einem allgemeinen Naturverſtändniß anbahnen. Aber der echte Naturforſcher verfährt hierbei nie umgekehrt, er deducirt nicht die Welt und ihre Geſetze aus dem Verſtande, wie es die deutſche Philoſophie verſucht hat. Er betrachtet nicht die Welt als ein Reſultat des Denkens, ſondern *das Denken als ein Reſultat der Welt*, der Beobachtung derſelben. Der menſchliche Verſtand, die Geſetze des Denkens, ſind geworden wie ſie ſind, weil die Welt iſt, wie ſie iſt. Die Formung des Organiſchen hat ſich immer und überall den unorganiſchen Lebenselementen gefügt und angeſchmiegt. Ja wir könnten von unſerem beſchränkten irdiſchen Standpunkte aus ſogar verſucht ſein, zu behaupten, daß der Menſch mit ſeiner Intelligenz das endliche Reſultat einer langen Entwickelungsreihe organiſcher Weſen ſei, die durch alle ihre Generationen eine unermeßliche Summe äußerer Eindrücke (unbewußte Beobachtungen der Natur und ihrer Geſetze) aufgenommen und ſich eben dadurch zu einem denkenden verſtändigen Weſen empor gearbeitet habe. Sicher iſt es wenig-

stens, daß in der organischen Schöpfung des Erdkörpers eine allmälige Steigerung stattfand, die erst nach unermeßlichen Zeitepochen der Entwickelung in der menschlichen Intelligenz ihren jetzigen Culminationspunkt erreichte, von dem wir nicht wissen, ob es der äußerste ist. Aber menschlicher Hochmuth hat sich solcher Anschauungsweise von je her widersetzt. Der Herr der Erde will nicht ihr Kind sein, er beansprucht, und zwar Jeder einzeln, einen unmittelbar von Gott eingegebenen Geist.

Es ist begreiflich, daß ein Gemälde der Natur, wie es v. Humboldt im Kosmos versucht hat, wenn es nicht auf jeder Seite in specielle Belehrung ausarten will, nur dem ganz verständlich sein kann, der eine bedeutende Summe von Naturkenntniß mitbringt. Sehr begreiflich also, daß Tausende, welche das merkwürdige Buch mit Eifer ergriffen, es in gewissem Grade betrübt aus der Hand legten, mit dem niederschlagenden Gefühl, daß sie es nicht ganz verstehen, obwohl sie die Fülle des Inhaltes auf jeder Seite ahneten und durch die hochpoetische Darstellung länger daran gefesselt wurden, als dies außerdem der Fall gewesen sein würde. v. Humboldt sagt hierüber selbst: „Der Umfang von Problemen, deren Untersuchung der physischen Weltbeschreibung ein so hohes Interesse gewährt, ist vielleicht nicht ganz zu voller Klarheit zu bringen, da, wo specielle Vorkenntnisse fehlen; aber auch ohne Voraussetzung dieser können die meisten Fragen befriedigend erörtert werden. Sollte sich nicht in allen einzelnen Theilen das große Naturgemälde mit scharfen Umrissen darstellen lassen, so wird es doch wahr und anziehend genug sein, um den Geist mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen."

Durch einen weltberühmten Namen getragen, hat das Buch unter diesen Umständen wohl eine noch größere Verbreitung gefunden, als ihm, wenn es sich um sein volles Verständniß handelt, eigentlich zukommt, d. h. Tausende besitzen und lesen es, die es nicht verstehen. Jeder Gebildete glaubt, er muß den Kosmos gelesen haben, und doch ist es unmöglich, daß Jemand, der nicht beträchtliche naturwissenschaftliche Kenntnisse besitzt, ihn völlig verstehe, obwohl einigen Genuß und einige Belehrung ein Jeder daraus zu ziehen vermag.

Der Erfolg ist dennoch ein großer, gar Mancher ist dadurch angeregt worden, seinen Mangel zu ersetzen, sich Begriffe zu verschaffen, die ihm fehlen, von gar manchen meiner Freunde bin ich selbst schon angegangen worden, ihnen einen Weg hierzu zu zeigen. Solchen zu Hülfe zu kommen, ist der Zweck dieser Briefe. Daraus ergiebt sich schon, daß sie vorzugsweise für die bestimmt sind, die gern einige Freistunden dem allgemeinen Verständniß der Natur widmen möchten, ohne einen Zweig dieser Wissenschaft, oder mehrere, speciell studiren zu können. Für specielles Studium der Naturwissenschaften sind Lehrbücher und andere Hülfsmittel genug vorhanden. Diese Briefe sollen nur dazu beitragen, daß Laien vom Kosmos noch etwas mehr verstehen können, als bisher. Sie beziehen sich möglichst auf v. Humboldt's Kosmos und verfolgen seinen Plan in derselben Ordnung. Erwarten Sie darum keinerlei systematischen Bau, sondern nur abgerissene Bemerkungen über einzelne Gegenstände der Natur. Neben jeder Seitenüberschrift sind die betreffenden Seitenzahlen des Kosmos (der ersten Auflage des ersten Bandes) angeführt. Nur hier und da habe ich Zusätze zu dem Vorhandenen gewagt, die das Gebiet der Erläuterung überschreiten.

Ich werde mich hier nicht über die Methode verbreiten, die ich wählte, um meinen Zweck zu erreichen. Sie mögen dieselbe aus dem Inhalte selbst ersehen und beurtheilen. Nur so viel will ich im Voraus bemerken, daß ich nicht beabsichtige, Satz für Satz einzeln zu beleuchten, sondern daß ich vielmehr nur das Wichtigere hervorheben und in freier Briefform besprechen werde. Bleibt dann dem Leser auch Manches noch dunkel, so mag er sich mit dem Erlangten begnügen, oder auf anderem Wege weitere Belehrung suchen. Daß ich dabei von aller gelehrten Ausschmückung, namentlich von Citaten, mich möglichst frei halten muß, versteht sich von selbst.

Aber nicht unterlassen konnte ich es, der sogenannten naturphilosophischen Richtung hier und da entgegen zu treten, da sie, aus dem Gebiete der ernsten Forschung glücklich verbannt, jetzt nicht ohne Erfolg versucht, sich populär zu machen. Natürlich konnte ich dabei nur die bedeutenderen Repräsentanten dieser Richtung besonders beachten, denen es gelungen ist, durch geistreiche Darstellung ein großes Publikum zu gewinnen.

In 40 Briefen finden Sie nun folgende Gegenstände besprochen:


Seite

1) **Naturgenuß** . . . . . 1
2) **Stoffe und Kräfte**, Werden und Sein, Naturphilosophie . . 5
3) **Fixsterne**, Parallaxe derselben, Stern-Aichung, Sterngruppen, Milchstraße, Lichtnebel, Bewegung der Fixsterne . . . . . 13
4) **Doppelsterne, Grenzen der Beobachtung**, Weltbau, Weltäther . . . . . 18
5) **Unser Sonnensystem**, neue Planeten, Zodiakallicht, Sternschnuppenzüge . . . . . 22
6) **Bewegungsgesetze.** Keppler, Newton . . . . . 23
7) **Dichtigkeit der Himmelskörper.** Bestimmungsweise derselben 27
8) **Unser Mond**, Bahn desselben, keine Atmosphäre und kein Wasser, Oberflächenform . . . . . 30
9) **Kometen.** Beschaffenheit derselben, Polarisirung, 1769, 1807, 1811, 1824, Polarisation des Lichtes . . . . . 36
10) **Meteorsteine und Sternschnuppen.** Frühere Ansichten, Bestandtheile, vorweltliche Meteorsteine, Meteorsteinfall v. Braunau 42
11) **Bewegung der Fixsterne.** Ungleichzeitigkeit des Sichtbaren . 47
12) **Bekannte Erdkruste.** Dicke derselben . . . . . 49
13) **Form der Erde.** Früherer Zustand, Theorie, Gradmessungen, Pendelbeobachtungen, Einflüsse auf die Mondbahn . . . . 51
14) **Dichtigkeit der Erde.** Bestimmt durch Pendelbeobachtungen und die Drehwage . . . . . 58
15) **Innere Wärme der Erde.** Beständigkeit derselben . . . 61
16) **Magnetismus der Erde.** Declination, Inclination, Intensität, Schwankungen, Diamagnetismus . . . . . 64
17) **Leuchten der Weltkörper.** Polarlichter, Meeresleuchten, Vulkane, Waldbrände . . . . . 70
18) **Vulkanische Thätigkeit.** Frühere Deutungen, Erklärung, Entstehung der Insel Ferdinandea, Reihenvulkane, Centralvulkane, Erschütterungsgebiete, Erhebungskrater, Aufschüttungskrater . . . . . 74
19) **Gasquellen.** Deren Ursachen . . . . . 82
20) **Geyser.** Erklärung derselben . . . . . 84
21) **Der innere Bau der Erde.** Geognosie, Geologie, Gesteine, Schichtgesteine, Schiefergesteine, Massegesteine, Ganggesteine . 91
22) **Die Bildung der festen Erdkruste.** Urgebirge, Erstarrungskruste, Eruptivgesteine, Schichtgesteine, vorweltliche Organismen 103
23) **Bildung der Gesteine.** Neptunische, metamorphische, plutonische, vulkanische, organische . . . . . 123
24) **Geschichte der Organismen.** Bedeutung derselben, erste Entstehung, Entwickelungsreihen . . . . . 136
25) **Erratische Blöcke** . . . . . 169

Seite

26) **Vertheilung des Landes auf der Erdoberfläche.** Urſachen derſelben, Form der Oberfläche, Einfluß auf das Leben . . 174
27) **Langſame Hebung und Senkung des Landes,** in Schweden 181
28) **Erhebung der Gebirgsketten.** Elie de Beaumont's Theorie, Unabhängigkeit vom Waſſerlauf . . . . . 184
29) **Fluth und Ebbe.** Erſcheinung und Theorie derſelben . . . 187
30) **Circulation des Waſſers auf der Erde.** Quellen, kalte, warme, mineraliſche, arteſiſche, Flüſſe, Meer, Meeresſtrömungen, Verdunſtung und Niederſchlag . . . . . 194
31) **Gletſcher.** Ihre Bewegung, Moränen, Gletſchertiſche, Theorie, frühere Ausdehnung . . . . . 204
32) **Die Atmoſphäre.** Beſtandtheile, Einfluß auf das organiſche Leben, Höhe derſelben, Luftdruck . . . . . 217
33) **Klima.** Urſachen, ungleiche Vertheilung der Wärme, Seeklima, Continentalklima . . . . . 226
34) **Wetter.** Wetterregeln, Einfluß der Temperatur, Einfluß der Luftſtrömungen, Drehungsgeſetz der Winde, Einfluß des Feuchtigkeitszuſtandes der Luft, Gewitter, Wolkenbildung . . . 236
35) **Das organiſche Leben auf der Erde.** Weſen deſſelben, Unterſchiede deſſelben, Entſtehung der Unterſchiede, Urzeugung, Schöpfung und Entſtehung . . . . . 254
36) **Infuſorien und Korallen.** Thiere in Schnee und Eis, Korallenriffe und Inſeln . . . . . 269
37) **Gleichgewicht des organiſchen Lebens,** durch Fortpflanzung und Ernährung bedingt . . . . . 277
38) **Verbreitung der Thiere und Pflanzen,** Pflanzenzonen, Verbreitungsweiſe der Thiere und Pflanzen, Keeling-Inſeln, Radak-Inſeln, Galopagos-Inſeln, Thier- und Pflanzenzonen . . . 280
39) **Der Menſch.** Abſtammung, Racen, Entſtehung des Menſchen, Hirn- und Kopfform, Phrenologie . . . . . 293
40) **Rückblick** . . . . . 329

BIBLIOTECA PROVINCIALE
DI
NAPOLI

## Erster Brief.

# Naturgenuß.

Je niedriger ein Mensch in intellectueller Hinsicht steht, desto weniger Räthselhaftes hat für ihn das Dasein selbst: ihm scheint vielmehr sich Alles wie es ist, und daß es sei, von selbst zu verstehen.

Arth. Schopenhauer.

---

Sehen Sie sich um in allen Werkstätten des Geistes; die den Menschen umgebende Natur ist das Gebiet, auf welchem freies Forschen nach Wahrheit am wenigsten angefeindet wird. Der Eifer für Verbreitung naturwissenschaftlicher Wahrheiten oder Irrthümer hat noch keine sicilianische Vesper, keine Bartholomäusnacht, keine Septembermorde gezeugt. Die Presse, bisher oft so spröde in anderen Dingen, hat den Wahrheiten oder Irrthümern der Naturforscher kaum je ihre Stimme verweigert; wohl mancher Censor schrieb sein imprimatur mit ironischem Lächeln auf unsere harmlosen Blätter.

Das Studium der Natur **außer uns** vermag nicht so zu spannen, auf die Phantasie zu wirken und Leidenschaften aufzuregen, als das Studium menschlicher Charaktere, Empfindungen und Handlungen. Es ist durchaus milde in seiner Wirkung, es überzeugt nur durch Gründe, nicht durch Gefühle. Die Beobachtungen der Natur außer uns sind ihrem Wesen nach ganz objectiv, deshalb unbefangener und schärfer, als die Untersuchungen im Gebiete der Moral, Religion, Politik oder Geschichte,

bei denen statt Maß und Gewicht stets nur individuelle Schätzung angewendet zu werden vermag. Jene gewähren für einen lebhaften Geist oft nicht sogleich die Anregung und Befriedigung wie diese; dem geduldig Forschenden aber unzählige glückliche Stunden und dankbare Resultate von größerer Sicherheit, als das schwierige Studium der menschlichen Natur je zu bieten vermag. —

Das wichtigste Streben des Naturforschers ist das Erkennen des Nothwendigen, das Erkennen von Ursache und Wirkung und als unerreichtes Ziel das Erkennen des natürlichen und nothwendigen Zusammenhanges aller Dinge und Vorgänge.

Glauben Sie mir, wer je den Genuß empfand, auch nur zwei neue Beobachtungen in solchem organischen Zusammenhange zu erkennen, daß sich die eine als nothwendig aus der anderen ableiten läßt; wer je das Glück hatte, Ursache und Wirkung irgend eines Naturvorganges aufzufinden und gründlich zu durchschauen: der wird solchen Genuß kaum noch vertauschen mögen gegen die für den Augenblick mächtiger aufregenden tiefen Blicke in religiöse oder sociale Zustände der Menschen. Sie bleiben stets unsicher und unzusammenhängend, so lange man nicht auch bei ihnen die organische Ursache nachweisen kann, wodurch sie dann in das Gebiet der Naturforschung fallen. —

Fragen wir nun gar nach dem Nutzen für die Menschheit? Welches politische oder staatswirthschaftliche System, welche Poesie, ja selbst welche Religion, hat die Cultur der Menschen in dem Grade (sage man immerhin materiell) gefördert, als die Fortschritte der Naturwissenschaften? Von den kleinsten Bequemlichkeiten des Lebens bis zu den einflußreichsten, die Existenz von Millionen bedingenden Erwerbszweigen, verdanken wir beinah alle Entdeckungen des letzten Jahrhunderts den Naturwissenschaften und der auf sie angewendeten Mathematik. Die Naturforschung ist die letzte Entwickelungsstufe der Menschheit; der ersten materiellen Entwickelung folgten nach einander Poesie, Religion und Philosophie, erst zuletzt die Naturforschung als herrschende Richtung. Bessel [1]) sagt bildlich: Die Menschen lernten erst gehen, dann buchstabiren, dann lesen, aber erst seit Newton verstehen.

Es würde freilich den Werth jener Geistesentwickelungen sehr verkennen heißen, wenn man sie dem Naturwissen unterordnen wollte; das ist nicht die Meinung. Sie müssen alle neben einander fortbestehen, um den Menschen auf der Höhe der Gesittung zu erhalten. Die gemüthliche Sphäre der Menschheit ist durch jene unendlich gefördert worden, aber das Begreifen der Welt und ihrer Gesetze, diese höchste Erhebung über das Thier, hat erst in den letzten Jahrhunderten begonnen.

Zuerst erkannte man sogenannte physikalische Gesetze, wie das der Schwere, dann chemische, wie das der Wahlverwandtschaft; jetzt ist man daran, die organischen zu finden, und endlich wird auch das große Räthsel psychischer Thätigkeit durch Beobachtung gelüftet werden, welches durch bloßes Nachdenken zu entziffern, man so lange vergeblich bemüht war.

Ich habe Ihnen da viel von dem Genuß und Nutzen des Studiums der Natur gesprochen, aber gar oft wirft man ihm vor, daß es sich auch in unnütze Haarspaltereien und Speculationen verliere. Man will es eben nur als melkende Kuh anerkennen, und abstracte Speculation der Philosophie allein gestatten. Man hat z. B. der geologischen Speculation über die Entstehung der Erde vorgeworfen, sie führe zu keinerlei praktisch nutzbaren Resultaten. Man solle doch lieber alle Kraft darauf verwenden, nutzbare Lagerstätten zu finden statt bloße Erklärungen dunkler Phänomene. Aber die Wissenschaft an sich sucht kein anderes Gold, als das der Wahrheit, das andere findet sie nur nebenbei. Jede erkannte Wahrheit ist von ewiger Dauer, von fortwirkendem Nutzen. So auch die Wahrheiten der Geologie, abgeleitet aus zuverlässigen Beobachtungen der Natur. Sehen wir auch nicht ein, wie und wozu irgend eine Entdeckung von scheinbar rein wissenschaftlichem Werthe dem praktischen Leben je nützen könne, so schließt dies unberechenbare praktische Folgen doch keineswegs aus.

Daß gewisse Gesteinsschichten, die keinen technischen Werth haben, in einer bestimmten Reihenfolge über einander liegen, erscheint an sich für das Leben höchst unwichtig, und doch beruhen nur auf solchen Beobachtungen die Schlüsse, durch welche man in gewissen Gegenden durch tiefe Bohrlöcher Salz

oder Kohlen aufgefunden hat, von denen an der Oberfläche keine Spur zu sehen war; in Gegenden, in welchen der klügste Mensch ohne geologische Kenntnisse niemals hätte darauf kommen können, daß einige hundert Ellen unter seinen Füßen solche Schätze verborgen liegen.

Die Geologie hat aber allerdings von jeher gerade die verführerischeste Gelegenheit und den freiesten Spielraum für halt- und fruchtlose luftige Hypothesen geboten. Sehr natürlich ist das, denn sie läßt die Phantasie hinschweifen über Zeiten und Räume, die jeder menschlichen Beobachtung für immer entzogen sind. So nähert sie sich in diesem Punkte denjenigen Wissenschaften, die überhaupt nicht auf unmittelbaren Beobachtungen beruhen. —

v. Humboldt bekämpft S. 19 und 21 die Furcht, eine zu genaue Kenntniß des Einzelnen störe den Genuß des Ganzen der Natur, der Botaniker sehe den Wald, wegen der einzelnen Bäume, der Mineralog die Berge, wegen der einzelnen Steine nicht mehr. Sehr treffend ist auch, was hierüber Ch. Darwin am Schlusse seiner naturwissenschaftlichen Reisen bemerkt. „Es ist wahrscheinlich, daß die malerischen Schönheiten von manchen Theilen Europa's Alles übertreffen, was wir zu sehen Gelegenheit hatten. Aber es ist ein immer wachsendes Vergnügen, den Charakter der Landschaft in verschiedenen Gegenden zu vergleichen, was bis zu einem gewissen Grade von bloßer Bewunderung der Naturschönheiten verschieden ist. Es hängt mehr von einer Bekanntschaft mit den einzelnen Theilen jeder Ansicht ab. Ich bin sehr geneigt zu glauben, daß, wie in der Musik, wo der, welcher jede Note versteht und den gehörigen Geschmack besitzt, auch das Ganze mehr genießt, so auch der, welcher jeden Theil einer schönen Landschaft untersucht, den vollständigsten Eindruck davon erhält. Jeder Reisende sollte deshalb Botaniker sein, denn Pflanzen bilden in allen Ansichten die Hauptzierden."

Der Genuß der Natur steigert sich durch ihr Erkennen zur Bewunderung und Verehrung. Dem Naturforscher ist die ganze Schöpfung ein Wunder und zugleich eine Offenbarung, nicht aber das Einzelne darin. Er sieht alle Dinge und Vorgänge in höchster Vollendung und Gesetzmäßigkeit, und wenn er diese

auch noch nicht allenthalben erkennt, so darf er sie doch überall erwarten und wird sie zu erkennen streben. Eine Ausnahme von erkannten Naturgesetzen ist noch nie gefunden worden. An solche Ausnahmen glaubt darum der Priester der Natur nicht. Aber sein Altar und sein Hochamt sind überall, unter jedem Baum, auf jedem Berg, in jedem Sonnenstrahl.

## Zweiter Brief.

## Stoffe und Kräfte.

Nur das Werden giebt eine Vorstellung von dem Wesen des Seins. Jordan.

Wo Sie nur immer eine Erscheinung der Natur aufmerksam beobachten, wird gewiß auch überall die Frage nach deren Ursache sich Ihnen aufdrängen.

Die bloße Weltbeschreibung genügt nicht dem menschlichen Geiste, er hat von jeher Aufschlüsse über die Ursachen der Dinge und über ihre Entstehung gesucht. In dem Werden liegen die Ursachen des Seins, und in dem Sein ist das Werden verhüllt; aber es ist ungleich schwieriger, das Werden der Dinge zu erforschen als ihr Sein. Man kann meist jenes, da es vollendet, nur aus diesem schließen. Wie es nun zu geschehen pflegt, so ward das schwer zu Findende gar häufig durch Hypothesen ersetzt, oder man begnügte sich auch wohl, einen dunkelen Vorgang durch einen anderen eben so dunkelen zu erklären. Durch bloße Vergleichung zu erklären ist aber stets gefährlich und läßt nur zu leicht den Schein für Wirklichkeit nehmen. So z. B. wenn man sagt: „Die Sternschnuppen sind die Infusorien unter den Weltkörpern" — „Der Weltraum ist durchkreuzt zu denken, von unendlichen Lichtsäulen, welche gleichsam als ätherische Nervenfäden die Bänder gemeinsamen allverbreiteten Lebens werden" — „So wie im

bebrüteten Ei sich Kreise um Kreise auf der Dotterkugel bilden, bevor die gesonderten Blutkügelchen sich auch in Kreisen zu bewegen anfangen, und so wie der peripherisch kreisende Ring des Saturn offenbar die Vorbildung ist zum Kreisen einer aus solcher Peripherie zusammengezogenen Mondkugel, so zeigen sich hie und da im Firmament ringförmige Lichtnebel, welche allerdings zu den kreisenden Doppelsternen leicht in einem ähnlichen Verhältnisse stehen könnten wie der Ring des Saturn zu anderen frei gewordenen Mondkugeln" [2]) — „Die Gebirge bilden das Knochengerüste der Erde" u. s. w. Wenn man so die Natur der Dinge zu erklären versucht, so ist damit eigentlich gar nichts gewonnen, es können vielmehr gar leicht falsche Vorstellungen dadurch geweckt werden.

Auf solche Weise, durch unbegründete Vermuthungen, durch das Streben zu systematisiren, ehe man das Einzelne kennt, oder durch falsche Analogieschlüsse, sind die schwebenden Begriffe von bestimmten Naturkräften, die Ansichten vom organischen Leben der Erde oder der Welt und alle die bilderreichen Naturdeutungen der sogenannten Naturphilosophen entstanden, die jeder Schärfe der Auffassung entbehren und poetisch klingende Phrasen statt Wahrheit geben. Hierher gehört es z. B., wenn ein geistreicher Schriftsteller der neueren Zeit, zunächst mit gänzlicher Vernachlässigung mathematischer Wahrheit, die Kugelform der Welt aus der Unendlichkeit (und darum Gleichheit) aller ihrer Durchmesser beweist und dann darin den Grund erblickt, „warum jeglichem organischen Einzelwesen (als integrirendem Theil der Welt) die Gestalt der Kugel als früheste Grundform seines Daseins zukommen muß." [2]) —

Hier ist es nun, wo ich mich mit Ihnen zunächst über einen Ausdruck verständigen möchte, der in diesen Briefen noch oft wiederkehren wird, und der nur zu oft zu falschen Begriffen verleitet hat. Es ist das der Ausdruck Kraft oder Naturkraft. Wohl sehr gewöhnlich denkt man sich darunter etwas Selbständiges, die ganze Natur wie ein immaterieller Geist Durchdringendes.

Wir kennen in Wirklichkeit nur Stoffe (Körper) und beobachten an ihnen gewisse Vorgänge, Bewegungen, Veränderungen, Umformungen, deren Ursachen wir Kräfte nennen.

Digitized by Google

Diese sogenannten Kräfte (es ist eben nur ein Ausdruck, ein Begriff, keine Sache) schließen wir nur aus ihren Wirkungen, aus den Veränderungen der Körper. Sie selbst sind ihrem Wesen nach etwas nicht wirklich Existirendes und folglich durchaus Unerkanntes, nur die Gesetzmäßigkeit der Wirkungen ist mehr oder weniger erkannt, und hiernach können wir Unterschiede unter ihnen machen.

Nichts in der Welt berechtigt uns, die Existenz von Kräften an und für sich, ohne Körper, von denen sie ausgehen und auf die sie wirken, vorauszusetzen. Noch nie ist eine Kraft ohne materiellen Gegenstand ihrer Wirkung, noch nie eine anders, als aus ihrer materiellen Wirkung erkannt worden, d. h. man nennt eben die Ursachen gewisser Wirkungen Kräfte, ohne sie dadurch als etwas für sich Bestehendes zu bezeichnen. Wir sind deshalb, wenn wir uns nicht in bodenlose Hypothesen verlieren wollen, auch nicht berechtigt, das, was man Naturkraft nennt, für etwas Anderes zu halten, als für ein Resultat der Eigenschaften der Körper — für eine Wirkung der Körper auf einander. Die Gesetze der Schwerkraft sind sehr gut bekannt, aber ohne Gegenstände, welche Schwere üben, sind sie für uns ganz undenkbar.

In der That sind auch die erkennbaren Wirkungen oder Kräfte so verschieden als die Körper, von denen sie ausgehen; d. h. zwei verschiedene Körper wirken nie ganz gleichartig auf einen dritten, oder, was (da die Wirkung stets eine wechselseitige) dasselbe ist, derselbe Körper wirkt nie ganz gleich auf zwei verschiedene. Allerdings können wir Gruppen, Kategorien von Wirkungen (Kräften) unterscheiden, innerhalb welcher nur das Maß, nicht das Gesetz der Wirkungsweise verschieden ist. Eine solche Gruppe bildet z. B. die wahrscheinlich allen Körpern eigene Massenanziehung (Gravitation) welche wir, wenn vom Erdkörper ausgehend, als Schwere bezeichnen. Das Maß, die Größe dieser Anziehung ist nach den bisherigen Erfahrungen für alle wirklich verschiedenen Stoffe, wie ihre Dichtigkeit, verschieden und dadurch die ungleiche specifische Schwere derselben bedingt, aber das Wirkungsgesetz ist bei allen dasselbe.

Eine andere Gruppe von Körperwirkungen faßt man als chemische Verwandtschaft oder chemische Thätigkeit zusammen,

aber auch hierbei ist nur die allgemeine Gesetzmäßigkeit dieselbe, jeder Stoff wirkt anders, und für eine große Zahl von Stoffen ist die Art ihrer gegenseitigen Einwirkung so genau ermittelt, daß man die dadurch erfolgenden Erscheinungen genau voraus bestimmen kann. Aehnliche Gruppen bilden Magnetismus, Elektricität u. s. w. Das sind ziemlich gut erkannte Beispiele solcher Kategorien von Körperwirkungen, aber wir können uns keineswegs rühmen, alle die verschiedenen „Kräfte der Natur" und ihre Gesetze zu kennen; wurde doch eine ganz neue Wirkungsweise der Körper, die diamagnetische, erst vor zwei Jahren entdeckt. Auch ihre gegenseitigen Beziehungen und Abgrenzungen sind häufig noch unklar! Oft ist nur die Mitte der Erscheinungen als gesetzmäßig erkannt, gegen ihre Grenzen hin Vieles noch in Nebel gehüllt. Aber die Naturforscher sind sich dieser Unvollkommenheiten bewußt, sie wissen, wie weit sie die Natur erkannt haben und beherrschen, so daß innerhalb dieser bestimmten, sich täglich erweiternden Sphäre ihnen nichts dunkel, unklar oder zweifelhaft ist, während sie darüber hinaus ein Schritt für Schritt zu eroberndes Gebiet nur bis zu einem gewissen Grade überblicken, in welches sie zuweilen schon kühne, aber unsichere Hypothesen als Vorposten weit hinausschieben.

Diese sichere Unterscheidung des Erkannten vom Hypothetischen ist es, welche die Naturwissenschaften sehr wesentlich von denen unterscheidet, die vorzugsweise auf subjectiver Auffassung beruhen.

Je nach der Art der Stoffe, ihrer Verbindungen und Wirkungsweisen, die als Object der Untersuchung dienen, hat man das Studium der Natur in einzelne Doctrinen gesondert, die aber allseitig in einander greifen und in Wahrheit nur ein Ganzes bilden. Astronomie, Physik, Chemie, Mineralogie, Botanik, Zoologie und Anthropologie sind solche Doctrinen, man kann sie je nach Zweck und Ansicht in Gruppen vereinigen oder noch mehr zerspalten. Der Kosmos strebt danach, sie in allgemeinem Zusammenhange zu zeigen.

Es ist eine ganz natürliche Folge der ungleichen Schwierigkeit, daß die Gesetze einiger Naturkräfte bereits viel besser erkannt sind, als die anderer. Im Allgemeinen sind die physika-

Digitized by Google

lischen und chemischen Wirkungsweisen der sogenannten anorganischen Körper viel besser erkannt, als die der organischen. Die letzteren hat man zuweilen Lebenskräfte und Seelenkräfte oder Geisteskräfte genannt, und der Idee nach ganz von jenen gesondert. Gegen die unterscheidende Benennung wäre nichts einzuwenden, so lange man sie nicht vollständig mit jenen zu identificiren vermag; aber mit dieser Benennung ist das Vorurtheil nur zu innig verwachsen, sie seien ein unlösbares Problem, und dafür kann sie jetzt kein Naturforscher mehr halten. Gar Manches, was man ihrem dunklen, unerklärbaren Walten zuschrieb, ist durch die neueren Forschungen, besonders durch die im Gebiete der organischen Chemie, auf die bekannten Gesetze der Physik und Chemie zurückgeführt worden, und Niemand, der den Entwickelungsgang der Naturwissenschaften unbefangen überblickt, wird daran zweifeln, daß auch die noch unerkannten Wirkungsweisen der Stoffe in den Organismen, selbst wenn sie eigenthümlichen, noch ganz unbekannten Gesetzen folgen sollten, einst erkannt werden können. Aber wir wissen nicht, ob nicht die Schwierigkeit blos in der Mannichfaltigkeit der Einwirkungen liegt. Das Erkennen steigt ganz naturgemäß von dem Einfacheren zu dem Zusammengesetzteren auf; zuerst hat man physikalische Gesetze gefunden, dann chemische, dann organische, und so nähern wir uns immer mehr und mehr der Lösung des Räthsels der Hirnthätigkeit, welches, so viel sich jetzt übersehen läßt, als das schwierigste Problem der Naturforschung vor uns liegt. Aber während in den niederen Sphären noch gar Vieles zu lösen übrig bleibt, wird der allseitige Angriff mit Recht auch schon auf die höchsten gerichtet. Denn fast jeder Fortschritt im niederen Gebiet macht einen im höheren möglich, wie jeder empirische einen theoretischen und umgekehrt. Die neuesten physiologischen und phrenologischen Arbeiten haben wichtige Vorposten in diesem Gebiete erkämpft.

Das unklare Ahnen allgemeiner Analogien der Naturkräfte und Körper, ohne dabei die specifischen Verschiedenheiten ihrer Wirkungen zu erkennen und zu würdigen, hat oft genug sogenannte naturphilosophische Auffassungen hervorgerufen, die sich für Erklärungen des noch Unerkannten ausgaben, während es doch nur subjective Vorstellungen waren. Die Naturpoeten,

welche diese Richtung einschlagen, pflegen die Erde oder die Welt überhaupt einen Organismus zu nennen. Sie finden „dasselbe Werden und Wirken in dem Leben der Weltkörper, wie in dem Leben der uns näher stehenden irdischen Einzelwesen; sie erkennen in der rastlos kreisenden Kugel des Planeten mit ihren Ein- und Ausathmungen, mit dem bestimmten Kreislauf ihrer Gewässer, ihren magnetischen und elektrischen Lebensäußerungen u. s. w. nichts wesentlich Anderes, als in dem durch gewisse Oscillationen im Wasser umrollenden Infusorium und in dem durch magnetische und elektrische Gegensätze bedingten Kreislaufe der Säfte in den höheren Geschöpfen.“ [2]) Durch solche zum Theil unrichtige, zum Theil wenigstens unerwiesene Bilder, Vergleiche und Deutungen wird für die Wissenschaft nimmermehr Etwas gewonnen, noch weniger aber vermögen sie eine richtige und klare Vorstellung von dem Sachverhalte zu geben. Den Anfänger oder Laien können sie nur verwirren, der Selbstforscher durchschaut sehr bald ihre Haltlosigkeit. Das ist natürlich nicht der Weg, den v. Humboldt im Kosmos eingeschlagen hat, um die Einheit in der Vielheit zu zeigen. Er sucht vielmehr die Verschiedenartigkeit der Wirkungen anschaulich zu machen und zu zeigen, wie durch die Mannichfaltigkeit ihrer Combinationen die Mannichfaltigkeit der Welt und jedes Einzelne in ihr bedingt ist. —

Will man Bewegung und Leben als identisch bezeichnen, dann freilich ist in der Welt überall Leben, jeder ihrer Theile ist lebendig. Aber welche Verschiedenheit des Lebens! und das ist eben die Errungenschaft der Zeit, daß man diese Verschiedenheit theilweise durchschaut, daß man weiß, daß die Bewegung des Infusoriums im Wasser auf andere Weise erfolgt, als die des Himmelskörpers im Weltraum, daß Athmen und atmosphärische Strömungen, daß Saftcirculation in Organismen und der Kreislauf des Wassers auf der Erde, sehr wesentlich von einander verschieden sind.

Die Naturphilosophen legen ihren Behauptungen freilich auch Beobachtungen zu Grunde, aber sie verfolgen nicht die Schlußkette von Wirkung und Ursache durch all' ihre eng verbundenen Glieder, an welchen der Naturforscher sich mühsam emporarbeitet, keines überspringend, stets ein vorhergehendes,

aber nie das erste Glied erreichend, sondern sie (die Naturphilosophen) überspringen diesen Weg, denken sich einen Anfangspunkt, leiten daraus alle Erscheinungen gewaltsam ab und sagen dann: „seht, so hängt Alles zusammen!"

Die Erscheinungen, welche wir in der Welt wahrnehmen, in ihrem Zusammenhange zu erklären, die Gesetze derselben aufzusuchen, ist die Aufgabe der Wissenschaft. Dieser Zusammenhang der Erscheinungen ist, wie die Erscheinungen selbst, ein endlicher, wenn auch nicht bestimmt begrenzter; die Endursache aller Dinge, das Gesetz der Welt wird uns ewig unerklärbar bleiben; nur nähern können wir uns der ewigen Wahrheit, sie erreichen nie. Da, wo wir in den Erscheinungen eine stete Analogie, eine Gesetzmäßigkeit wahrnehmen, nennen wir die Ursache dieser Erscheinung Kraft. Vielleicht gelingt es der Forschung, diese Kraft auf eine andere zurückzuführen, und für diese wieder eine Ursache zu finden und so fort. So hat man die chemische Verbindung auf das Gesetz der Verwandtschaft der Stoffe zurückgeführt, bei näherer Betrachtung erkannte man dieses als die Ausgleichung des elektrischen Gegensatzes, und der nächsten Zukunft ist es vielleicht vorbehalten, die Ursachen der Elektricität zu entdecken. Niemals verläßt aber der Forscher das Gebiet der Wirklichkeit. In der Kette von Wirkung und Ursache, die wir in den Erscheinungen verfolgen, sind wir nicht berechtigt, die späteren Glieder in einer anderen Welt zu suchen, denn wir dürfen nach den einfachen Gesetzen der Logik nichts annehmen, was wir nicht nachweisen können. Jede Erklärung, welche die Ursachen der materiellen Welt in einer angenommenen geistigen sucht, gleicht jener Annahme der generatio aequivoca, welche mit der Vervollkommnung der Instrumente immer weiter zurück, außerhalb der Grenze der Beobachtung gerückt ist, weil sie nämlich nie da, wo man sie noch beobachten könnte, sich fand. Soiche Annahmen kann man nicht streng widerlegen, aber noch viel weniger beweisen.

Ganz anders verfahren die echten Naturforscher. Wenn sie eine Ursache aus ihrer Wirkung ableiten, so suchen sie sich stets dem mathematischen Beweise zu nähern, z. B. einem soichen: Die Zahl 8 sei als Wirkung gegeben und als ihre eine Ursache die Zahl 2 in der Function ihrer Ver-

Digitized by Google

vielfältigung, die gesuchte andere Ursache ist dann unbedingt die Zahl 4.

Die Wirkungen der Körper auf einander sind in Wirklichkeit nie einfache, ungestörte. In gewissem Grade influiren stets alle Körper auf einander. Die Besonderheit und Gesetzmäßigkeit sind deshalb nur dann leicht erkennbar, wenn die Wirkung nur zweier oder dreier Körper auf einander so vorherrschend und überwiegend ist, daß die Einwirkung aller übrigen in der untersuchten Beziehung dagegen in der Erscheinung fast ganz verschwindet. Das ist z. B. der Fall bei den Erscheinungen der Schwere auf der Erde, bei den Verbindungen einer Säure mit einer Base u. s. w. Jeder auf der Erde fallende Körper wird in Wirklichkeit nicht blos von dem Erdmittelpunkte, sondern auch von allen Himmelskörpern und von allen Gegenständen, die über die Erdoberfläche hervorragen, z. B. von jedem Berge, etwas angezogen, aber die Größe dieser Anziehungen verschwindet für unsere Wahrnehmung gänzlich gegen die unendlich überwiegende Wirkung der Erde. Der Körper fällt daher senkrecht und mit gleichmäßig beschleunigter Geschwindigkeit dem Erdmittelpunkte zu.

Aber keineswegs immer ist eine Wirkung (Kraft) so überwiegend. Dadurch kommt es dann, daß wir häufig die Vorgänge im Allgemeinen sehr gut zu erklären vermögen, nicht aber alle Einzelnheiten derselben, die durch eine oft unübersehbare Mannichfaltigkeit von Einwirkungen bedingt werden. Wie denn selbst alle astronomischen Bestimmungen nur Annäherungen an die Wahrheit sind. Die Klarheit der Einsicht ist dann nur durch die Mannichfaltigkeit der Erscheinung verhüllt.

Warum unser Hauch an der kalten Fensterscheibe krystallisirt, wissen wir recht wohl, wir wissen auch, daß die ungleiche Dicke des Glases, die Nähe des hölzernen Rahmens, die Differenz der Temperatur auf beiden Seiten der Scheibe, in der Höhe und in der Tiefe, daß alle kleinen Luftströmungen im Zimmer u. s. w. von Einfluß auf die besondere Configuration der Eisblumen sind und sein müssen. Wir können diese besonderen Einflüsse in besonders extremen Fällen deutlich erkennen und nachweisen, aber wirklich erklären können wir diese zierlichen Eisblumen in ihren Einzelnheiten doch nie, eben weil die

Digitized by Google

Mannichfaltigkeit und Subtilität der Einwirkungen für unsere Auffassung zu groß ist.

Je größer diese Mannichfaltigkeit und Subtilität werden, und je mehr die einzelnen Wirkungen im Gleichgewicht stehen, um so schwieriger ist ihre Enthüllung. Dieses Verhältniß steigt gewaltig von den anorganischen Erscheinungen durch die Reihe der organischen, bis zum Menschen hinauf, und im Menschen ist die Mannichfaltigkeit der Hirnthätigkeit sicher die größte, darum ihre Enthüllung so schwierig, daher die scheinbare Unabhängigkeit derselben von physischen Gesetzen, die man in ihrer Unenthüllbarkeit mit Stolz als Geistesfreiheit bezeichnet.

Das menschliche Wissen, sich forterbend von Generation zu Generation, sowohl durch Geburt als durch Lehre, ist für jede Zeit anders beschränkt. Keine Schranke ist dauernd, jede fällt, aber dahinter steht schon eine neue. Wie ein Reisender mit jedem Schritt einen neuen Horizont gewinnt, an dessen Grenzen die Gegenstände ins Undeutliche zerfließen, so auch der Wanderer im Gebiete des Erkennens. Er häuft Erkanntes zu Erkanntem, die Masse schwillt zum fast Unüberwältigbaren. Keine ewige Grenze ist ihm gesetzt, aber ewig eine Grenze.

## Dritter Brief.

## Fixsterne.

„Der neue Stern muß entweder durch einen göttlichen Act erschaffen (creatum), oder durch irgend eine Naturkraft gezeugt (prognatum) sein. Ich bin aber der Meinung, daß man erst alles Andere versuchen muß, bevor man zur Schöpfung seine Zuflucht nimmt, denn mit ihr hört jede wissenschaftliche Erörterung auf.“

Sie werden vielleicht diesen merkwürdigen Ausspruch Kepler's als Motto für diesen Brief nicht völlig an seiner Stelle finden, betrachten Sie ihn aber als einen besonderen Abschnitt, so erfüllt er seinen Zweck. Ich wollte Ihnen jetzt zunächst

Einiges über die Entfernungen der Fixsterne und ihre Gruppirungsweise mittheilen.

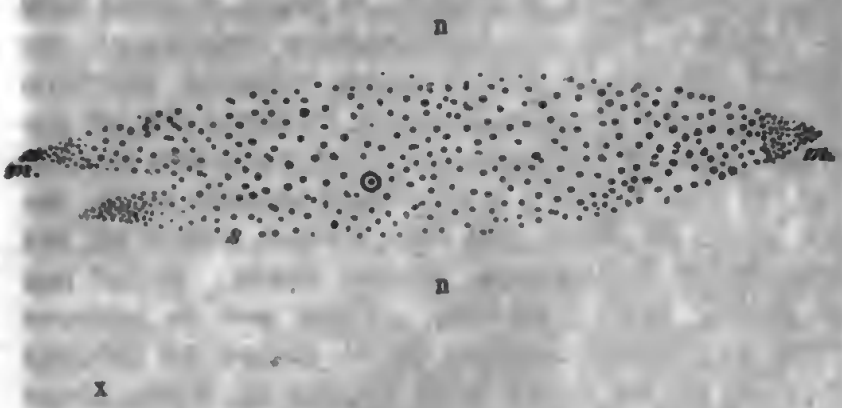
Der Organismus unseres Sonnensystems war bis zu einem hohen Grade der Vollkommenheit bekannt, die gegenseitige Lage der fernen Fixsterne durch unzählige Beobachtungen ihrer Erscheinung nach bestimmt und schon in der Glanzperiode der morgenländischen Völker an der scheinbaren Himmelsfläche in phantastische Figuren — zu Sternbildern — eingerahmt, um bei so geistloser Aufzählung dem Gedächtniß durch poetische Beziehungen zu Hülfe zu kommen, ehe es gelang, die Entfernung eines einzigen Fixsternes zu messen. Wahrhaft unermeßlich konnte man bis dahin diese Größen nennen. Menschlicher Scharfsinn und Ausdauer haben auch diese Schranke durchbrochen, welche nur eine Zeit lang unser Wissen beengte. Ein Fixstern gemessen, läßt hoffen, daß viele meßbar sind. Man hat die Parallaxe einiger Fixsterne gefunden, d. h. man hat einen kleinen Unterschied des Beobachtungswinkels b und b' gemessen, wenn man den Stern aus zwei diametral gegenüberstehenden Regionen oder Punkten der Erdbahn a und a' beobachtet, und daraus läßt sich dann der Winkel c finden und die Entfernung des Sternes x von a berechnen. Um solche Winkeldifferenzen, nicht größer als einige Zehntel einer Secunde, zu bestimmen, dazu gehört natürlich eine sehr große Vollkommenheit der Instrumente und vielfache Wiederholung sehr sorgfältiger Beobachtungen. Bessel hat

Digitized by Google

das äußerst complicirte Verfahren, welches er anwendete, um bis zum Jahre 1838 die erste Parallaxe eines Fixsternes, die des Doppelsternes 61 im Schwan, zu finden, in seinen durch Schumacher dieses Jahr herausgegebenen Vorlesungen I. umständlich und auch für Nichtastronomen verständlich beschrieben. Es waren dabei die eigene Bewegung der Sonne und des Fixsternes, sowie die Verzögerung des Lichtes in Rechnung zu ziehen, was das ganze Verfahren außerordentlich complicirt machte. Zudem konnten die Winkel nicht direct gemessen, sondern nur aus vergleichenden Beobachtungen berechnet werden. Bessel sagt am Schlusse seiner Darstellung: „Nimmt man die gefundene Größe der jährlichen Parallaxe des 61. Sternes des Schwans (0″,3136) als den wahren Werth derselben an, so folgt daraus seine Entfernung von der Sonne gleich 657700 Halbmessern der Erdbahn. (Also die Entfernung von a nach x 657700 mal so groß als die von a nach *. Das Licht braucht etwas über 10 Jahre, um diese große Entfernung zu durchlaufen. Sie ist so groß, daß sie nur begriffen, nicht aber versinnlicht werden kann. Alle Versuche, sie anschaulich zu machen, scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden soll, oder an der Größe der Zahl der Wiederholungen der Einheit. Die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, ist nicht anschaulicher als die, die es in 10 Jahren zurücklegt; wählt man dagegen eine anschauliche Einheit, z. B. die Entfernung von 200 Meilen, welche ein Dampfwagen täglich durchlaufen kann, so muß man 68000 Millionen solcher Tagereisen, oder fast 200 Millionen Jahresreisen zur Angabe der Entfernung des Sternes machen. — Aber jede Bemühung, eine Größe zu versinnlichen, welche die auf der Erde zugänglichen weit überschreitet, verfehlt ihren Zweck und artet in das Kindische aus.“

Noch nicht durch Messung, sondern nur durch Stern-Aichung, eine eigenthümliche Methode der Sternzählung in Beobachtungsfeldern von gleicher Größe, z. B. in einem, im Fernrohr von 4 Haaren umgrenzten Quadrat, hat man auf den Bau des noch unermeßlichen Sternenhaufens geschlossen, dessen kantenartige Grenzen, wie man vermuthet, durch die Milchstraße bezeichnet werden. Man schließt daraus auf einen linsenförmigen Bau dieses Sternenhaufens, welcher, da die Sterne in der

Peripherie ringartig am meisten angehäuft sind, im Querschnitt etwa so aussehen würde:




Befindet sich unser Sonnensystem, wie die Astronomen vermuthen, in einer mittleren Region eines solchen linsenförmigen Fixsternhaufens, z. B. in ⊙, so müßten wir natürlich von diesem Standpunkte ⊙ aus in den Richtungen nach m und m selbst bei gleichförmiger Vertheilung der Sterne weit mehr derselben in gleichem Flächenraume vertheilt, in Wirklichkeit aber hinter einander erblicken, als in den Richtungen nach n n. Um so mehr muß dies aber dann der Fall sein, wenn die Sterne auch noch in der Peripherie der Linse ringförmig angehäuft sind, wie man vermuthet. Eine solche Verschiedenheit findet von der Erde aus gesehen wirklich statt, und das Extrem derselben bringt als Rand der Linse, wie man glaubt, die Erscheinung der Milchstraße hervor. — Läge unser Sonnensystem nicht in der Nähe der Mitte der Linse, sondern z. B. bei s, so würde diese Milchstraße nicht den Sternhimmel beinah halbiren, wie sie es thut, sondern sie würde nach einer Seite des Himmels zusammengedrängt sich darstellen, nach welcher man zugleich viel mehr deutliche Sterne sähe, als nach der anderen. Noch auffallender würde dies aus irgend einem Standpunkte bei m der Fall sein, und endlich von außerhalb der Linse, z. B. von x, würde sie als ein ferner Sternhaufe, Sternring oder Lichtnebel erscheinen, wie man deren jenseit der Milchstraße wirklich zu sehen glaubt.

Dergleichen feststehende lichte Nebelflecke und Ringe beobachtet man am gestirnten Himmel von verschiedener Art: theils sind sie äußerst fein und weit verbreitet, so im Schwan, der Biene und

den Fischen, theils kleiner und bestimmter begrenzt, wie im Fuchs, theils stehen noch kleinere rund abgegrenzte gruppenweise beisammen. In der Andromeda sieht man einen sehr hellen linsenförmigen Lichtnebel, der in den alten Sternverzeichnissen fehlt und deshalb vielleicht, wie der 5. Stern im Trapez des Lichtnebels im Orionschwert, erst neuerlich entstanden ist. Auch dunkle Stellen, Lichtlücken, sind in diesen Lichtnebeln ebenso wie in der großen Milchstraße beobachtet worden. Man hat diese Lichtnebel zum Theil als aus einem leuchtenden Aether entstehende Sternhaufen betrachten wollen, da aber hierfür kein bestimmter Grund angeführt werden kann, so liegt es näher, sie für unermeßlich ferne Sternhaufen dem unseren analog zu halten.

Die immensen Dimensionen eines solchen Fixsternhaufens lassen sich ungefähr aus den oben angeführten Messungen der Entfernung eines Fixsternes beurtheilen. Doch darf man dabei nicht vergessen, daß in unserer Skizze die Millionen Fixsterne unseres Haufens (300 Millionen haben die Astronomen durch Zählung in kleinen Räumen geschätzt), deren Abstände von einander für uns Menschen so lange Zeit unermeßlich waren, nur durch einige hundert Punkte vertreten werden. In neuester Zeit ist viel von einer Centralsonne unseres Sternhaufens gesprochen worden, welche Mädler in Alkyone (in den Plejaden) gefunden zu haben glaubte. Daß alle sogenannten Fixsterne, und so auch unsere Sonne mit ihren Planeten, sich durch den Weltraum bewegen, unterliegt keinem Zweifel mehr. Bei Aufsuchung der Parallaxe der Fixsterne hat man ihre Bewegung auf das Bestimmteste erkannt; sie beträgt bei unserer Sonne täglich über 800000 Meilen. Wahrscheinlich bewegen sich die Fixsterne unserer Weltinsel um einen Centralkörper, aber gefunden ist dieser noch nicht. Die Fortbewegung unseres Sonnensystems ergiebt sich unter Anderem auch aus dem im Kosmos S. 156 erwähnten scheinbaren Auseinanderrücken der Sterne, dem Aufbrechen der Milchstraße. Dieses würde aber noch viel wahrnehmbarer sein, wenn nicht die Sterne selbst sich bewegten. Es ist das dieselbe Erscheinung, die wir bei dem Durchwandeln eines schlanken Tannenwaldes beobachten. Die Stämme, welche den Ort nicht verlassen, scheinen bei unserem Weiterschreiten vor uns beständig aus einander zu rücken, was aber nur eine Folge der

stets wechselnden Gesichtswinkel ist. Aus dem kurzen Zeitraum genauer Beobachtung läßt sich nach Wilhelm Herschel vermuthen, daß sich unser Sonnensystem gegen das Sternbild des Herkules hin bewegt, aber man kennt noch keine Form dieser Bewegung, keine Krümmung der Richtung, aus welcher sich auf einen umkreisten Mittelpunkt, eine Centralsonne schließen ließe, und was Mädler hierüber als Vermuthung ausgesprochen hat, ist, wie gesagt, nicht erwiesen, wird von anderen Astronomen nicht anerkannt.

So weit aber reicht menschliches Erkennen der Welt, daß sich die einstige Auffindung den Planetenbahnen ähnlicher Bewegungen aller Fixsterne unserer Weltinsel voraus verkünden läßt, und daß wir selbst für diese noch wahrhaft unermeßliche Weltinsel kein Stillstehen, sondern eine ewige Bewegung durch den Raum vermuthen müssen. Hier liegt noch ein unendliches Feld der Forschung menschlichem Scharfsinn offen vor. Der kühnste Geist kann sich nicht vermessen, die Zeit zu bestimmen, welche dazu nöthig ist; die Vervollkommnungsweisen der Instrumente und Beobachtungen vorauszusehen, welche unsere Sinne für solche Aufgaben fähig machen werden.

---

Vierter Brief.

## Doppelsterne, Grenzen der Beobachtung.

Sie wissen, daß in unserem Sonnensysteme die Sonne der einzige stark selbstleuchtende, die übrigen erleuchtende Körper ist, um welchen, als den überwiegend größten, sich alle die übrigen in elliptischen Bahnen bewegen, ohne ihrerseits einen hier beachtenswerthen Einfluß auf die Bewegung der Sonne zu üben. Als man die Fixsterne, im Gegensatz zu den Planeten, Monden und Kometen, als unserer Sonne analoge Körper erkannt hatte, lag es sehr nahe zu vermuthen, daß auch sie als Mittelpunkte von Sonnensystemen, von ähnlichen Gefolgen kleinerer, abhängig, nicht selbst leuchtender Himmelskörper umgeben

seien, die man nur wegen ihrer großen Entfernung nicht zu erkennen vermag. Das bleibt auch noch immerhin für die meisten dieser Fixsterne eine wenn auch unerwiesene Wahrscheinlichkeit. Einige aber zeigen jedenfalls ein sehr wesentlich anderes Verhalten, das sind die sogenannten Doppelsterne (Doppelsonnen) oder vielfachen Sterne.

Man hatte schon lange beobachtet, daß ziemlich häufig zwei Fixsterne unmittelbar neben einander stehen, man hielt dies aber nur für die Folge ihres Hintereinanderstehens in ziemlich derselben Gesichtslinie, und auf diese Vermuthung gründete Herschel die Hoffnung, an diesen scheinbaren Doppelsternen am leichtesten die jährliche Parallaxe messen zu können, weil jede Verrückung des Standpunktes, aus welchem man sie sieht, z. B. in der Erdbahn von a nach b, in diesem Falle eine verhältnißmäßig leicht meßbare Differenz ihrer scheinbaren Entfernung von einander hervorbringen müßte: aus a würde man sie dicht neben einander, aus b viel weiter von einander entfernt sehen.

Dieser Idee folgend, begann Herschel eine planmäßige Aufsuchung der Doppelsterne. Diese Aufsuchung war aber so erfolgreich, die Zahl der gefundenen so groß, daß man ihr Nebeneinanderstehen nicht mehr für blos scheinbar oder zufällig halten konnte. „Herschel vermuthete ihr wirkliches Zusammengehören, ihre wirkliche, nicht blos scheinbare Nähe. Auch fand er bald Mittel, sich zu überzeugen, daß diese Vermuthung richtig. Er gab demzufolge die Ausführung seiner früheren

Absicht auf, da sie mit der früheren Vorstellung zugleich ihren Grund verlor. Allein die Doppelsterne erlangten ein selbständiges Interesse, und Herschel verfolgte dieses, indem er ihre Aufsuchung fortsetzte und endlich seine vielbewunderten Verzeichnisse dieser Gestirne lieferte." [1])

Jetzt weiß man nun, daß die echten, nicht blos scheinbaren Doppelsterne (deren es natürlich auch genug giebt), eben so wie einige drei- und vierfache, selbstleuchtende Sonnen sind, welche sich um einen gemeinschaftlichen zwischen ihnen liegenden Schwerpunkt bewegen, so etwa wie drehend in die Luft geschleuderte Kettenkugeln. Sind dergleichen verbundene Kugeln gleich schwer, so liegt der gemeinschaftliche Schwerpunkt, um den sie schwingen, in der Mitte ihrer Entfernung; ist aber die eine schwerer als die andere, so rückt natürlich der gemeinschaftliche Schwerpunkt dieser näher und fällt sogar bei großer Ungleichheit in sie hinein. Dies Letztere ist auch der Fall, wenn man Erde und Mond, oder Sonne und Erde, von den übrigen Körpern unseres Sonnensystems absehend, als Doppelsterne betrachtet. Die Massendifferenzen sind hier so groß, daß namentlich der gemeinschaftliche Schwerpunkt von Sonne und Erde gar nicht weit vom Schwerpunkte der Sonne für sich allein entfernt liegt. Der Einfluß der Erde auf die Bewegung der Sonne, deshalb an sich schon sehr gering, wird aber noch geringer dadurch, daß die analogen Wirkungen aller Planeten niemals alle auf einer Seite liegen, sondern von vielen Seiten her sich stets zum Theil gegenseitig aufheben.

Dieses stete Hineinfallen des gemeinschaftlichen Schwerpunktes in den allein selbstleuchtenden Centralkörper unseres Sonnensystems, während bei den echten Doppelsternen der gemeinschaftliche Schwerpunkt zwischen zwei nahe gleich großen leuchtenden, sich um einander oder vielmehr wie zwei Tanzende um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt drehenden Himmelskörpern liegt, bedingt allerdings einen sehr wesentlichen Unterschied zwischen den Gruppirungsweisen der Weltkörper, selbst wenn wir annehmen dürften, daß auch diese Doppelsonnen ein Planetengefolge hätten, dessen Bahnen jedenfalls anders gestaltet sein würden, als in unserem Sonnensysteme.

Es sind bereits die Umlaufszeiten mehrerer Doppelsterne

aus ihren theilweiſe beobachteten Bahnen ungefähr berechnet worden. Die von Caſtor in den Zwillingen beträgt etwa 360 Jahre, die des 61. Sterns im Schwan, des $o$ in der Krone, des $\xi$ im Boot, des $\omega$ im Löwen, des $\delta$ in der Schlange und des $\varepsilon$ im Drachen beträgt ebenfalls über 300 Jahre. Weit kleiner ſind die des $\xi$ im Bären und 70 im Ophioſus, ſie betragen nur 50 bis 60 Jahre.

Wenn Sie v. Humboldt's Schilderung des Weltbaues S. 79–94 noch einmal mit mir überblicken wollen, ſo finden wir, von unſerem Sonnenſyſteme ausgehend, deſſen nähere Betrachtung ich in ſpäteren Briefen folgen laſſe, zunächſt dieſes ſich bewegend in einer unermeßlichen Weltinſel (Sonnengruppe), zugleich mit unzählbaren ähnlichen Syſtemen und mit Doppelſonnen und drei- oder vierfachen, die vielleicht alle von kleineren Körpern verſchiedener Art umkreiſt werden.

Die linſenförmige Weltinſel, deren äußere Kanten durch das Sternheer der Milchſtraße angedeutet werden, ſchwimmt im Weltraume, und jenſeit ihrer Grenzen leuchten als unauflösliche Lichtnebel vielleicht ähnliche Weltkörpergruppen, die, mit uns raſtlos den Geſetzen gegenſeitiger Schwere folgend, den unendlichen Raum durcheilen, denn Ruhe iſt nirgends. Dieſes ſind jetzt die äußerſten Grenzen unſerer Erkenntniß und Vermuthung; was darüber hinaus liegt, iſt uns ſo fremd, als noch vor 50 Jahren die Organiſation und Entwickelungsgeſchichte der Infuſorien und als noch jetzt die Exiſtenz und der Bau einer noch kleineren Thierwelt, die zwar möglich, aber unbeobachtbar iſt.

Was die Zwiſchenräume der Weltkörper erfüllt (die wir vorzugsweiſe Körper zu nennen pflegen), das iſt noch ganz unbekannt. Man hat es Weltäther genannt, ohne damit irgend einen beſtimmten Begriff zu verbinden. Wenn es der Bewegung der Körper, wie nach Seite 89 und 113 des Kosmos aus dem Lauf zweier Kometen hervorzugehen ſcheint, einen Widerſtand leiſtet, wie die Luft unſerer Atmoſphäre dem geworfenen Steine, ſo kann dies jedenfalls nur ein ſehr geringer ſein.

## Fünfter Brief.

# Unſer Sonnenſyſtem.

„Unter den vielen ſelbſtleuchtenden, ihren Ort verändernden Sonnen unſerer Weltinſel iſt die unſrige die einzige, die wir als Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um ſie kreiſenden geballten Materie (in mannichfacher Form von Planeten, Kometen und aërolithonartigen Aſteroiden) kennen.“ v. H.

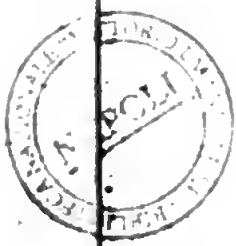
---

Zu unſerem Sonnenſyſteme übergehend, muß ich Sie zunächſt darauf aufmerkſam machen, daß die Zahl der erkannten Planeten ſich in dem kurzen Zeitraume ſeit dem Erſcheinen des Kosmos um ſechs vermehrt hat (Neptun, Aſträa, Hebe, Iris, Flora und der am 26. April d. J. von Graham entdeckte), wodurch nun freilich die Phantaſien eines Schubert und Carus[2]) über die bedeutungsvolle Zahl 12 der Planeten, wie alle ähnliche naturphiloſophiſche Träumereien in Nichts zerfallen. Freilich iſt zu erwarten, daß ſie in den neuen Zahlen auch ſogleich eben ſo wunderbare Bedeutungen auffinden werden.

Auf dem nebenſtehenden Planetarium finden Sie die neuen Entdeckungen in unſerem Sonnenſyſteme eingetragen. Die Bahnen dieſer neuen Planeten ſind, wie die des Zodiakallichtes und der Sternſchnuppenzüge, freilich noch nicht genau bekannt.

Die nöthigen Erläuterungen finden Sie auf dem Blatte ſelbſt, und ich hoffe, es wird Ihnen deſſen Betrachtung einen ziemlich anſchaulichen Begriff von den Abſtänden und Größenverhältniſſen der Planeten gewähren.

Die Auffindung des Neptun durch Leverrier war nicht nur ein hoher Triumph für die rechnende Aſtronomie, ſondern auch von Neuem ein Beweis, wie unbeſchränkt das Feld der Beobachtung und der auf ſie gegründeten Speculation iſt. Wenn es einſt gelingt, die lichtbrechendſte Subſtanz, den als Diamant kryſtalliſirten Kohlenſtoff, künſtlich und in ſolcher Größe darzuſtellen, daß man Linſen für Ferngläſer und Mikroſkope daraus ſchleifen kann, dann mag die Erkenntniß unſeres Son-



nenſyſtems leicht um einige Planeten- und Mond-Bahnen wachſen und eine noch kleinere lebende Welt als die der Monaden ſich unſeren Blicken erſchließen.

## Sechſter Brief.

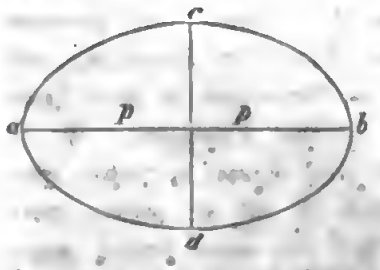
## Bewegungsgeſetze.

E pur si muove! Galilei.

Es dürfte an der Zeit ſein, Ihnen jetzt etwas über die Bewegungsgeſetze der Welt mitzutheilen, wobei ich natürlich von allen mathematiſchen Entwickelungen möglichſt abſehen werde.

Keppler (1619) hatte das ſogenannte Copernicaniſche Sonnenſyſtem, d. h. die Bewegung der Erde und aller Planeten um die Sonne, aus den Beobachtungen Tycho's von Brahe gründlich erwieſen. Dabei fand er zugleich die Geſetze dieſer Bewegungen. Dieſe ſind folgende:

1) Alle Planeten (und wahrſcheinlich alle Weltkörper) bewegen ſich nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen um ihre Centralkörper. Sie erhalten von einer Ellipſe die beſte Vorſtellung, wenn Sie einen Kreis, z. B. einen runden Tiſch, von einem Standpunkte, der nicht rechtwinklig über ſeinem Mittelpunkte liegt, anſehen; er erſcheint dann als Ellipſe. Je ſchiefer Sie darauf blicken, um ſo ſchmäler wird die Ellipſe und geht ſo in eine gerade Linie über; je rechtwinkliger Sie darauf ſehen, um ſo mehr nähert ſich die Ellipſe der Kreisform und geht in ſie über. Die Ellipſen der Planetenbahnen ſind alle der Kreisform ſehr genähert. In jeder Ellipſe können wir einen längſten (a b) und einen kürzeſten Durchmeſſer (c d) unterſcheiden, und in dem längſten Durch-



meſſer (a b) liegen die beiden Brennpunkte (p p) um ſo weiter vom Mittelpunkte entfernt, je ſchmäler die Ellipſe iſt.

Der Centralkörper, die Sonne (für den Mond die Erde), liegt ſtets in einem der Brennpunkte dieſer elliptiſchen Bahnen.

2) Die Bewegung jedes Planeten iſt um ſo ſchneller, je näher er ſich in ſeiner Bahn der Sonne befindet. Bei jedem Umlaufe aber in den entſprechenden Punkten ſtets gleich ſchnell. Denken Sie ſich eine in dem Brennpunkte p befeſtigte Linie um dieſen ſo herumbewegt, daß ſie in gleichen Zeiten ſtets gleiche Flächenräume der Ellipſe durchläuft, ſo haben Sie das Geſetz der Planetengeſchwindigkeit.

3) Die Umlaufszeiten der Planeten verhalten ſich wie die größten Durchmeſſer ihrer Bahnen. D. h. je größer dieſe Durchmeſſer ſind, deſto größer ſind die Umlaufszeiten.

Dieſe drei Kepler'ſchen Geſetze, welche nur auf Erfahrungen begründet wurden, ſind nöthig und hinreichend, um, wenn man die Bahnelemente kennt, den Punkt zu berechnen, in welchem ſich ein Planet zu einer beſtimmten Zeit befindet. Die Urſache dieſer Geſetze fand erſt Newton (1642); er erkannte die gegenſeitige Anziehung aller Körper als ſolche. Alſo dieſelbe allgemeine Eigenſchaft der Körper, welche auf der Erde das Fallen der Körper, den paraboliſchen Bogen der Bombe, den Lauf des Waſſers, das Aufſteigen des Luftballons, die Bewegung des Pendels, die Richtung des Lothes bedingt, und welche man auch Schwere oder Gravitation zu nennen pflegt. Die Kepler'ſchen Geſetze ſind nur nothwendige Folgen des allgemeinen Anziehungsgeſetzes. Und dieſes beſteht darin, daß die Anziehung zweier Körper wie die Quadrate ihrer Entfernung ab- oder zunimmt. D. h. wenn ein Körper dem anderen noch einmal ſo nahe gebracht wird, ſo ziehen ſich beide viermal ſo ſtark an als vorher. Bei gleichem Abſtande der Körper aber hängt die Stärke der Anziehung von der Maſſe derſelben ab, ſteht alſo im Verhältniß zu ihrer Dichtigkeit oder Raumausdehnung bei gleicher Dichtigkeit. D. h. zwei Körper, von denen der eine noch einmal ſo dicht, aber dem Volumen nach nur halb ſo groß iſt, als der andere, werden bei gleicher Entfernung gleich ſtark von einem dritten angezogen. Dabei muß ich Ihnen aber freilich bemerken, daß man

eigentlich die ſogenannte Dichtigkeit erſt aus dem Grade der Anziehung erkennt; daß man alſo in Wahrheit nur ſagen darf, die verſchiedenen Körper ziehen ſich ungleich ſtark an, und je ſtärker ſie ſich anziehen, um ſo dichter oder, in Beziehung zur Erde, ſchwerer nennt man ſie. Dieſe Dichtigkeit der Körper, ſo genannt in der Vorausſetzung, daß die Maſſentheilchen, je größer ſie iſt, um ſo dichter zuſammengedrängt ſeien, läßt ſich allerdings einigermaßen auch (doch nur ſehr trügeriſch) nach dem äußeren Anſehen beurtheilen. Wir haben noch kein anderes Mittel, ſie ſicher zu beſtimmen, als Meſſung der Anziehung (auf der Erde ihre Wägung) verglichen mit dem Rauminhalt. Es würde eine ſehr unſichere Hypotheſe ſein, wenn man vorausſetzen wollte, alle Materie beſtehe eigentlich aus kleinſten gleich ſchweren Theilchen (Atomen), und die ungleiche Dichtigkeit, vielmehr Anziehung der Körper, ſtehe im Verhältniß zu dem mehr oder weniger dichten Zuſammengedrängtſein dieſer Theilchen.

Newtons Löſung dieſes Welträthſels, welches den Menſchen bis dahin ein Geheimniß blieb, erklärt zugleich alle die ſcheinbaren Abweichungen der Planetenbahnen von den Keppler'ſchen Geſetzen. Beſſel[1]) hat dies in recht faßlicher Weiſe nachgewieſen, und ich will verſuchen, Ihnen ſeine Auseinanderſetzung wiederzugeben, ohne mich genau ſeiner Worte zu bedienen. Wenn man die Sonne allein als anziehend betrachtet, und das, was aus dieſer Anziehung für die Bewegung der Körper unſeres Sonnenſyſtems folgt, der mathematiſchen Unterſuchung unterwirft, ſo erhält man die Keppler'ſchen Geſetze. Da aber die Sonne nicht allein anzieht, ſondern da auch die Planeten Körper ſind und als ſolche anziehen, ſo iſt z. B. die Erde nicht der Anziehung der Sonne allein unterworfen, ſondern auch der aller übrigen, beſonders der größeren Planeten. Die unmittelbare Folge hiervon iſt, daß ſie ſich nicht genau ſo bewegen kann, als ſie ſich bewegen würde, wenn ſie allein der Anziehung der Sonne ausgeſetzt wäre, alſo auch nicht genau nach den Keppler'ſchen Geſetzen, da dieſe nach Newtons Lehre eine Folge der alleinigen Berückſichtigung der Anziehung der Sonne ſind. Die wahre Bewegung der Erde und jedes anderen Planeten und Kometen muß alſo mehr oder weniger von

der Bewegung abweichen, welche die Keppler'ſchen Geſetze allein vorſchreiben.

Das klingt nun wie ein Widerſpruch, da Keppler ſeine Geſetze aus den beobachteten Bewegungen abgeleitet hat. Aber der Widerſpruch löſt ſich ganz einfach dadurch, daß die Abweichungen der Bewegung der Planeten von den Keppler'ſchen Geſetzen ſo klein ſind, daß ſie aus den früheren Beobachtungen nicht hervorgingen, oder als kleine Fehler derſelben gelten konnten. Auf dieſe Weiſe mußte Keppler etwas, was nur eine Annäherung an die wahre Bewegung der Planeten war, mit dieſer ſelbſt verwechſeln. Es iſt daher von der höchſten Wichtigkeit für die ganze Lehre vom Weltgebäude, erſtens die Größe der Anziehung der verſchiedenen Körper des Sonnenſyſtems, alſo ſowohl der Sonne, als auch der Planeten, aus den Erſcheinungen, bei welchen dieſe Anziehungen ihre Wirkungen äußern, genau zu beſtimmen, und zweitens mathematiſch zu entwickeln, wie groß zu jeder Zeit der Einfluß iſt, welchen die Anziehungen der Planeten unter einander auf die ſich unſeren Beobachtungen darſtellenden Oerter derſelben äußern. Dieſes ſind Aufgaben, nicht nur von der größten Wichtigkeit, ſondern auch von dem größten Umfange. Es würde mir nicht möglich ſein, ſie Ihnen hier vollſtändig zu entwickeln, ohne die geſteckten Grenzen zu überſchreiten; es wird aber für unſeren Zweck hinreichen, anzuführen, daß die Kräfte, mit welchen die Planeten anziehen, ohne Vergleich viel kleiner gefunden ſind, als die mächtige Anziehung der Sonne, ſo daß ſelbſt Jupiter, welcher unter den Planeten bei weitem der mächtigſte iſt, noch nicht den tauſendſten Theil der Kraft der Sonne äußert; und ferner, daß die Einflüſſe dieſer kleineren Kräfte der Planeten auf diejenige Bewegung, welche die Sonne allein erzeugen würde, ſo klein ſind, daß ſie nur kleine Abweichungen von derſelben zur Folge haben, welche allerdings durch die weniger verfeinerten Beobachtungen aus dem Anfange des 17. Jahrhunderts, ſo wie Keppler ſie beſaß, nicht verrathen werden konnten, deren vollſtändige Berechnung aber gerade die Urſache iſt, daß unſere jetzigen, weit genauer und ſicherer gewordenen Beobachtungen mit der vervollſtändigten Theorie in derſelben befriedigenden Uebereinſtimmung ſind, wie früher die roheren Beobachtungen

mit der unvollständigen Theorie. Was vorher in Widerspruch erschien, ist die stärkste Bestätigung der Anziehungslehre geworden; ihre folgerechte Beobachtung hat gezeigt, daß die Bewegung der Planeten zahlreichen Ungleichheiten von kleinerem Umfange folgen muß, die aber, weit entfernt, Mangel an Uebereinstimmung der Rechnung und der Beobachtung hervorzubringen, gerade nothwendig waren, um Beides im vollständigsten Einklange zu erhalten. Ja diese Uebereinstimmung geht so weit, daß es sogar gelungen ist, aus kleinen Störungen der Uranusbahn die Anwesenheit eines neuen Planeten, des Neptun, zu bestimmen, der dann durch Beobachtung an dem berechneten Platze wirklich gefunden wurde.

## Siebenter Brief.

## Dichtigkeit der Himmelskörper.

„So auffallend auch die äußerst geringe Dichtigkeit aller der colossalen Planeten ist, welche der Sonne am fernsten liegen, so läßt sich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen." v. H.

Sie fragen, wie hat man die Dichtigkeit, d. i. die specifische Schwere der Körper unseres Sonnensystems messen können? Wie die Dichtigkeit oder Schwere der Erde bestimmt worden ist, hat v. Humboldt Seite 176 erzählt und ich werde darauf zurückkommen. Diese dient nun für die übrigen Weltkörper als Einheit, und man bestimmt die der letzteren aus ihrer Umlaufsgeschwindigkeit und Größe, verglichen mit der der Erde. Die Umlaufsgeschwindigkeit der Planeten ist nämlich in allen Fällen eine Folge ihrer Schwere gegen die Sonne, wobei jedoch die Entfernung nicht zu übersehen ist. Die Bahnen der Planeten und Monde um ihre Centralkörper sind nichts Anderes als ein beständiges Fallen gegen sie, welches aber durch Centrifugalkraft (ursprüngliche Wurfkraft) in eine elliptische Bewegung verwandelt wird. Beide Kräfte, Schwerkraft und Cen-

trifugalkraft, müſſen hierzu unter beſtimmten Verhältniſſen ſtehen; überſchritten ſie dieſe, ſo würden die Himmelskörper aufeinander fallen oder weit auseinander geſchleudert werden. Ich glaube Ihnen das am beſten durch ein Paar Kugeln deutlich machen zu können, welche durch eine Schnur mit einander verbunden ſind, welche hier die Gravitation vertretend, beſtändig das Beſtreben hat, kürzer zu werden. Schleudert man dieſe Kugeln in drehender Bewegung in die Luft, ſo ſind drei Fälle denkbar.

1) Die Schwungkraft (Centrifugalkraft) iſt, weil man zu ſchnell geſchleudert, größer als die Feſtigkeit der Schnur, dieſe reißt und die Kugeln fliegen auseinander.

2) Die zuſammenziehende Kraft der Schnur iſt größer als die Schwungkraft, dann werden die Kugeln ſich vereinigen. Beſonders wenn die verkürzende Kraft der Schnur (wie die Gravitation) mit der Verkürzung zunimmt.

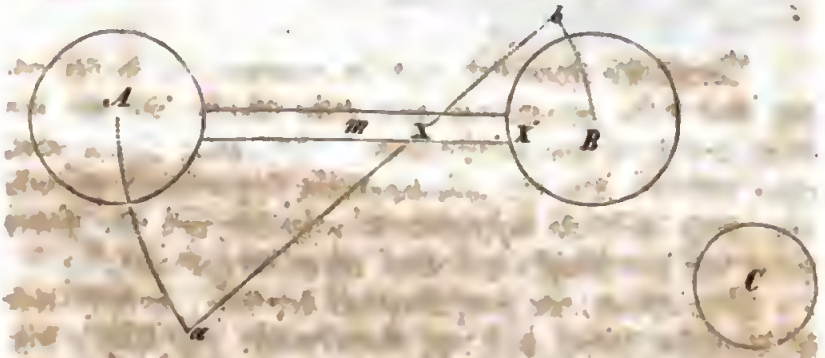
Es läßt ſich dieſer zweite Fall vielleicht noch beſſer verſinnlichen, wenn man einen Stein an einem Faden ſo um den Finger ſchwingen läßt, daß ſich der Faden beſtändig auf den Finger aufwickelt. Hier wird der Stein in derſelben Art in einer Spirale zum Finger bewegt, wie ein Planet, deſſen Gravitation zu groß wäre, gegen die Sonne fallen würde.

3) Die zuſammenziehende Kraft der Schnur und die Schwungkraft ſtehen im Gleichgewicht, dann ſchwingen die Kugeln wie an einem feſten Stab um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt, und das iſt der Fall bei den Himmelskörpern, nur mit dem Unterſchied, daß ſie nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen ſchwingen, und daß durch gegenſeitige Einwirkungen kleine Störungen derjenigen Bahnform hervorgebracht werden, welche ſie, jeder einzeln um die Sonne ſchwingend, befolgen würden.

Nun läßt ſich aber aus der Energie der Wirkungen auf die Macht ihrer Urſachen, aus der Schnelligkeit des Fallens auf die Stärke der gegenſeitigen Anziehung, d. i. der Schwere ſchließen. Auf der Erde fallen freilich im luftleeren Raum alle Körper beinah gleich ſchnell (man kann keinen Unterſchied wahrnehmen), das liegt aber nur daran, daß die Maſſe der Körper, welche zu ſolchen Verſuchen angewendet werden können, gegen die der Erde verſchwindend klein iſt; hier findet durchaus kein

beobachtbares gegenseitiges Fallen statt, der Stein fällt nur zur Erde, nicht aber die Erde zum Stein. Das ist bei den Himmelskörpern anders, diese gravitiren in ihrem ewigen Laufe beobachtbar gegenseitig auf einander. Ihre Schnelligkeit ist das Resultat der Schwere beider auf einander wirkender Körper. Hierdurch hat man aus der bekannten Dichtigkeit, Größe, Entfernung und Bewegung der Erde zunächst die anziehende Kraft, also Masse der Sonne und dann durch weitere Vergleichung der Entfernung und Bewegungen die Massen der anderen Körper unseres Sonnensystems berechnen können. Kennt man nun außerdem auch noch die Volumina der Himmelskörper aus ihren Durchmessern, so läßt sich sehr leicht ihr specifisches Gewicht (ihre Dichtigkeit) verglichen mit dem der Erde oder irgend einer irdischen Substanz bestimmen. Es läßt sich dasselbe aber auch aus den kleinen gegenseitigen Anziehungen der Planeten und den dadurch hervorgebrachten Störungen ihrer Bahnen berechnen, von denen ich Ihnen im vorigen Brief erzählte. Umgekehrt lassen sich aber die Größen dieser Einwirkungen aus der bekannten Dichtigkeit und Größe der Planeten finden.

Wenn Sie es versuchen wollen, so werden Sie sich leicht selbst überzeugen können, daß zwei durch einen Stab verbundene Kugeln drehend geschleudert, wenn sie gleich schwer sind, um die Mitte ihres Abstandes, ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt, schwingen. Sobald aber die eine schwerer ist als die andere, um einen Punkt x, der dieser schwereren näher liegt, bei großer Differenz der Schwere sogar in sie hineinfallen kann




x'. Hier folgt nun von selbst, daß die schwerere Masse sich langsamer bewegen muß als die leichtere, denn in der Zeit, in

welcher A den Weg A a zurücklegt, legt B nur den Weg B b zurück, d. h., die leichtere Masse A wirkt nicht so stark auf die schwerere B, als diese auf jene. Anders ist es aber, wenn man die leichte Masse A mit einer noch leichteren C (einen Planeten mit einem anderen) vergleicht, die sich in derselben Entfernung wie A von B befindet (oder deren ungleiche Entfernung von der Sonne B sich in Rechnung ziehen läßt). Diese leichtere Masse C wird nicht so stark von B angezogen als A, fällt und schwingt daher auch bei gleicher Entfernung nicht so schnell als A.

Denken Sie sich mehrere solche Kugeln unregelmäßig mit einander verbunden, und durch eine Kraft fortgeschleudert, so wird ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt stets den Weg einschlagen, welchen die schleudernde Kraft einer einzigen Kugel von demselben Gewicht ertheilt haben würde, aber das Kugelsystem wird je nach dem Gewicht der einzelnen Kugeln sich um seinen Schwerpunkt schwingen.

## Achter Brief.

## Unser Mond.

„In den untergeordneten Systemen der Trabanten oder Nebenplaneten spiegeln sich alle Gravitationsgesetze ab, welche in den die Sonne umkreisenden Hauptplaneten walten.“ v. H.

Wenn Sie bereit sind mich zu begleiten, so wollen wir jetzt eine kleine Wanderung nach dem Monde und mit ihm durch den Weltraum unternehmen. Ich rathe Ihnen aber, einen tüchtigen Pelz und alle möglichen Lebensmittel mitzunehmen, denn es ist da wahrscheinlich recht kalt und wir finden weder Luft und Wasser noch sonst etwas Genießbares.

Unser Mond, der treue Begleiter der Erde, umkreist diese in elliptischer Bahn, d. h. die Bahn würde eine Ellipse sein, wenn die Erde still stände; in Beziehung zur Erde ist sie wirklich eine Ellipse, nicht aber in Beziehung zum Sonnensystem.

Aehnliches gilt freilich von den Bewegungen aller Himmelskörper, denn während ſie ſich um einen Centralkörper bewegen, bewegt ſich dieſer mit ihnen fort, und ihre Bahnen ſind daher in Wirklichkeit keine Ellipſen, ſondern nur in Beziehung auf den Centralkörper. Aber wir kennen die Bahnen der Sonne und der anderen ſogenannten Fixſterne noch nicht, es läßt ſich deshalb auch die wahre Bahn der Planeten im Weltraume nicht beſtimmen. Das iſt rückſichtlich der Mondbahn anders. Die Bewegung der Erde um die Sonne iſt genau bekannt, und es läßt ſich deshalb die Mondbahn um eine Stufe weiter auflöſen, als die Planetenbahnen. Sie bildet, wenn man von der Bewegung des Sonnenſyſtemes und von den kleinen Störungen aller Bahnen durch alle Himmelskörper abſieht, eine flach wellenförmige Linie, welche die Erdbahn 24 Mal durchſchneidet. Ich zeichne Ihnen ein Stück derſelben ungefähr hier an den Rand, und ſetze voraus, daß Sie dieſe Zeichnung, in welcher übrigens die Biegungen der Mondbahn wegen Kleinheit des Raumes ſehr übertrieben werden mußten, ohne weitere Erklärung verſtehen.

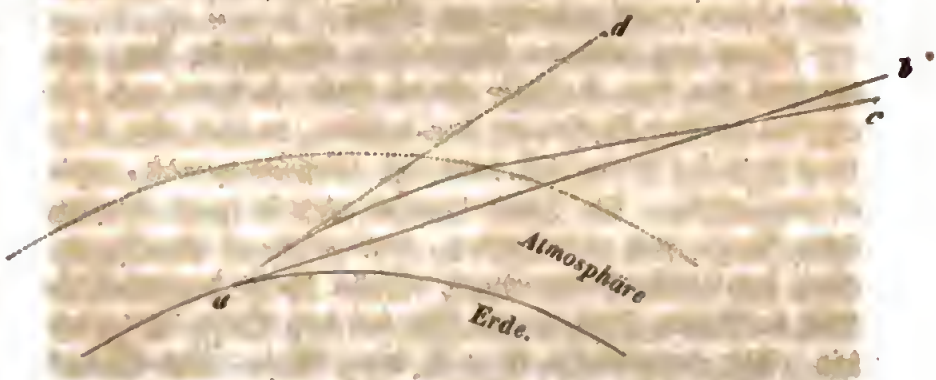
Wenn man einſt die Sonnenbahn kennt, dann wird ſich die Erdbahn in eine ähnliche Verſchlingung mit derſelben auflöſen, die Mondbahn bleibt aber zur neuen Erdbahn ähnlich geſtaltet wie zur alten, und daſſelbe gilt für den Fall, daß man eine Fortbewegung unſerer Weltinſel im Raum beobachten ſollte. Aber das Kepplerſche Geſetz der Ellipſenform aller Weltkörperbahnen erleidet dadurch gar keine Aenderung, denn in Beziehung zu ihrem Centralkörper bleibt, wie geſagt, jede Bahn elliptiſch. Auch iſt die

Ansicht des Verfassers der Briefe über das Erdenleben [2]) ganz unbegründet, welcher meint, die Himmelskörper bewegten sich in Spiralen. Die Bahn, welche er dem Monde und allen Himmelskörpern (S. 89) fälschlich zuschreibt, ist nicht einmal eine Spirale, sondern vielmehr eine Epicykloide. Es ist daher diese wunderbare Behauptung rücksichtlich des Mondes doppelt falsch, rücksichtlich der übrigen Himmelskörper theils falsch, theils unerwiesen und sogar unwahrscheinlich.

Der Mond, als der uns nächste Himmelskörper, hat vielfach die Hoffnung erweckt, durch ihn etwas Außerirdisches zu erfahren. Sie haben gewiß selbst schon manchmal sehnsüchtig oder neugierig nach ihm hingeblickt, um etwas vom Leben auf seiner Oberfläche zu erlauschen; diese Hoffnung hat seine sorgfältige Beobachtung auch in gewissem Grade erfüllt. Durch die mühsamen Arbeiten Russels, Mayers, Lamberts, Lohrmanns, Mädlers und Beers sind wir mit der Oberflächengestaltung der uns zugekehrten Seite des Mondes ziemlich genau bekannt geworden. Sie haben große Karten davon entworfen, die in mancher Beziehung vollständiger sind, als die Erdkarten, nur freilich eine gewisse Größe des Maßstabes nie überschreiten können, und außerdem nicht die ausgebreitet gedachte Oberfläche gleichmäßig darstellen, sondern in der Weise verzerrt, wie man nothwendig die unebene Oberfläche einer großen Kugel aus einem Standpunkte sehen muß. Gegen den Rand hin sieht man immer schräger auf die Oberfläche, Kreise erscheinen als immer flächere Ellipsen, und hinter einander liegende Berge decken sich mehr und mehr.

Ehe ich weiter auf die eigenthümliche Beschaffenheit der Mondoberfläche eingehe, muß ich Sie daran erinnern, daß der Mond keine Atmosphäre hat, wenigstens keine der der Erde analoge. Das ist gewiß sehr merkwürdig und wichtig. Es folgen gar viele andere Negationen daraus. Sie fragen vielleicht, wie weiß man, daß der Mond keine Atmosphäre hat? Zunächst muß ich Sie darauf aufmerksam machen, daß die Mondoberfläche immer auf dieselbe Weise, klar und hell, nie von Wolken oder Nebeln bedeckt erscheint, wie z. B. die der Venus und des Jupiter, welche oft bewölkt sind; das würde indessen noch nicht den Mangel einer Lufthülle überhaupt, sondern nur den Man-

gel einer wolkenbildenden Ursache in derselben erweisen. Der Beweis gegen die Atmosphäre ist viel schärfer. Es wird Ihnen bekannt sein, daß Lichtstrahlen beim Durchgang durch jedes durchsichtige Medium mehr oder weniger aus ihrer geradlinigen Richtung abgelenkt werden. Dieser Satz gilt für alle durchsichtigen Körper und für alle Arten Licht. Er gilt ganz besonders auch für unsere Atmosphäre, sie beugt jeden Lichtstrahl, der nicht rechtwinklig durch ihre Oberfläche eindringt, etwas, und um so mehr, in je tiefere, dichtere Luftschichten der Strahl gelangt. Daher kommt auf der Erde die Morgen- und Abenddämmerung, daher kommt es ferner, daß wir die Sonne, den Mond und jeden Stern um etwas früher auf- und später untergehen sehen, als der wahre Auf- und Untergang stattfindet. Die Sonne z. B. ist in Wirklichkeit schon ganz untergegangen, wenn ihr unterer Rand eben erst den Horizont berührt. Wenn a b die Horizontlinie eines Punktes a auf der Erde darstellt,




so sieht man z. B. einen Stern c von a aus schon, ehe er den Horizont überschreitet, weil jeder von c ausgehende Lichtstrahl in unserer Atmosphäre in der Weise wie die Linie c a gebogen wird, so daß nun der Stern c durch diese Strahlenbrechung in d zu stehen scheint. Man schloß daraus sehr richtig, wenn der Mond eine Atmosphäre hätte, die nur einigermaßen der unseren analog wäre, die nicht geradezu eine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetz der Strahlenbrechung machte, so könnte er bei theilweiser Erleuchtung keinen scharfen Schatten zeigen, wie es der Fall ist, sondern man müßte eine Dämmerungszone wahrnehmen, und es müßten sich auch an seinem Rande die Erscheinungen dieser Lichtbrechung beobachten lassen. Ein Fixstern,

durch dessen Gesichtslinie der Mond hindurch geht, müßte z. B. etwas später verschwinden und etwas früher wieder erscheinen, als die Rechnung ohne Rücksicht auf Strahlenbrechung ergiebt. Das ist aber auch nicht der Fall. Der Stern verschwindet und erscheint genau in der berechneten Secunde. Wollte man nun auch annehmen, was sehr unwahrscheinlich ist, daß der Mondrand in allen bisherigen Beobachtungsfällen an den Passagepunkten des Sternes aus hohen Gebirgen bestehe, auf denen auch auf der Erde die Atmosphäre dünner und weniger stark strahlenbrechend ist, als im Meeresniveau, so könnte man dadurch nach genauen Rechnungen doch höchstens eine $^1/_{500}$ so dichte Atmosphäre, als die der Erde, für den Mond als möglich denken. Das würde aber eine so dünne Luft sein, wie wir sie kaum unter der Luftpumpe herzustellen vermögen, und das ist, wie gesagt, ein höchstens mögliches, keineswegs wahrscheinliches Maximum einer Mondatmosphäre. Für die Existenz einer solchen spricht vielmehr gar Nichts.

Wenn nun aber der Mond keine Atmosphäre hat, oder höchstens eine $^1/_{500}$ so dichte als die Erde, so kann auch kein tropfbar flüssiges Wasser auf ihm bestehen, da dies ohne Luftdruck schon bei 0° sogleich kocht und dunstförmig wird, unter 0° aber gefriert. Als Dunst kann es aber in irgend beträchtlicher Menge auch nicht bestehen, sonst würde es Strahlenbrechung und Wolken hervorbringen. Wasser könnte demnach höchstens im starren Zustande, als Eis auf dem Monde vorhanden sein. Aber nachgewiesen ist es in keiner Weise. Der Mangel eines atmosphärischen und flüssigen Wassers macht zugleich jedes dem terrestrischen nur einigermaßen analoge organische Leben auf dem Monde unmöglich. Pflanzen und Thiere in unserem Sinne können da nicht bestehen. Es liegt auch ganz außer den Sphären unseres Denkens, für die Mondverhältnisse passende Organismen zu phantasiren. Der Mangel von Luft und Wasser beseitigt ferner von der Oberfläche des Mondes alle die Zerstörungen und Umbildungen der Form und Zusammensetzung, welche auf der Erde durch diese Agentien bedingt sind. Gerade dieser Umstand ist aber auch in den schroffen und wohlerhaltenen Formen der Mondoberfläche deutlich erkennbar. —

Diese Oberfläche ist außerordentlich uneben. Ueberall ragen

Berge und Gebirge auf, deren Form und Höhe man zum Theil durch ihre Schatten annähernd bestimmen konnte. Man hat auf dem Monde weit über 1000 Berghöhen durch ihren Schatten gemessen, konnte aber auf diese Weise natürlich nur ihre Erhebung über die nächsten ebneren Gegenden bestimmen. Für eine Reducirung dieser Höhen auf eine normale Oberfläche fehlt ja ohnehin mit dem Meeresspiegel jedes Anhalten. Aber sie sind in Vergleich zu den Bergen der viel größeren Erde sehr beträchtlich, sehr viele derselben ragen mehr als 18,000 Fuß, einer sogar über 22,000 Fuß über die nächste Umgebung empor; solche Gebirge haben wir kaum auf der Erde. —

Sehr interessant sind aber besonders auch ihre Formen. Es sind meist, nur deutlicher ausgeprägt und in der Größe mehr variirend, die unserer Krater und Erhebungskrater. Diese Formen sind auf dem Monde fast ganz allgemein. Wir erblicken da regelmäßige Ringgebirge von 20—30 Meilen Durchmesser, und kreisförmige Krater bis zu den geringsten Größen herab, die durch die Kraft der Instrumente erkennbar werden. Die kleineren stehen wie auf der Erde central in den größeren, oder in deren Rändern; unterscheiden sich aber durch ihre meist mehr hohlkugel- als trichterförmige Vertiefung, welche gewöhnlich ein tieferes Niveau erreicht, als die äußere Umgebung, und stets einen ebenen Boden hat. Diese Löcher sehen aus wie aufgeplatzte Blasen. Bei besonders günstiger Beleuchtung und starker Vergrößerung hat Kunowski in einer für gewöhnlich eben erscheinenden Mondgegend die ganze Oberfläche mit solchen kleinen Blasen bedeckt gesehen, so daß sie ganz unzählbar waren. Dadurch wird nach Mädler eine eigenthümliche Beleuchtung der Oberfläche hervorgebracht. —

Solche Unterschiede des Lichtreflexes zeigen sich überhaupt auf der Mondoberfläche mehrfach; es giebt da dunkle Stellen, die man Meere genannt hat, und besonders helle Streifen, die, von größeren Ringgebirgen ausgehend, sich strahlenartig über mehr als 100 Meilen ausbreiten, ohne eine Aenderung in der allgemeinen Oberflächengestaltung hervorzubringen. Man weiß nicht, woher diese hellen Streifen rühren, deren z. B. vom Ringgebirge Tycho über 100 auslaufen. Vielleicht sind es mit einem hellen Gestein erfüllte Gangspalten. —

Außer den Ringgebirgen, Kratern und einzelnen Kegelbergen, zeichnen die Mondoberfläche auch noch die sogenannten Rillen aus, grabenartige meist ziemlich gerade Vertiefungen von 2 bis 30 Meilen Länge, welche zuweilen kleine Krater ganz durchschneiden. Wenn es nicht am Ausgehenden offene Spalten sind, so haben wir auf der Erde gar nichts Analoges.

Diese Oberfläche hat sich, so lange sie genau beobachtet wird, unveränderlich gezeigt. Man sah keinen neuen Berg sich erheben, keinen Vulkan in Thätigkeit, keinen Krater sich öffnen oder einstürzen, Erscheinungen, die in demselben Zeitraume, in welchem man den Mond genau beobachtet, auf der Erde schon mehrfach sich ereignet haben. Man kann geneigt werden, an eine abgeschlossene Entwickelung der Mondoberfläche zu glauben, an eine Erkaltung, die so weit vorgeschritten ist, daß alle Stoffe sich im starren Zustande befinden, und da die Geologen für die Erde einen Entwickelungsproceß durch Erstarrung anzunehmen pflegen, so könnte man vermuthen, daß sie einem gleichen Schicksal entgegenginge, und daß der Mond einst auch eine Periode organischen Lebens gehabt habe. Doch das sind Fragen, die zwar nicht entschieden werden können, auf die wir aber dennoch später zurückkommen.

Es ist nach dem Vorstehenden nicht weiter nöthig, hier auf die sonderbaren Berichte von der Mondoberfläche einzugehen, welche einst in Herschels Namen als Scherz, unter dem Namen eines Münchner Astronomen aber in vollem Ernst verbreitet wurden. —

## Neunter Brief.

## Kometen.

„Schon Keppler sagte: es gebe in den Welträumen mehr Kometen, als Fische in den Tiefen des Oceans."

Die Kometen, die man auch wohl Irrsterne genannt, konnten beinahe bestimmt scheinen, den menschlichen Verstand in die

Irre zu führen. Auf der anderen Seite haben sie aber auch dazu gedient, den hohen Grad von Schärfe zu beweisen, dessen er fähig ist, und den Unterschied zu zeigen zwischen wahrer Induction und phantastischer Speculation.

Sie wissen, wie man sonst die Kometen für Zornruthen des Himmels, für Verkünder menschlicher Schicksale gehalten hat. Aber abgesehen von diesen kindlichen Ansichten, hat die Naturphilosophie an ihnen auch ihre kindischen Deutungen versucht. Oken sagt z. B. in seiner Naturphilosophie: „die Kometen sind zeitliche Gerinnungen des Aethers durch das Licht, d. i. durch Einwirkung eines schon polar gewordenen Aethers auf den noch mehr indifferenten, sie sind die fortgesetzte Schöpfung" — „sie sind geronnener Aether in Gestalt des Bahnenringes. Dieser zerrissene Bahnenring ist der Schweif." Sie verstehen das hoffentlich ebenso wenig als ich, und glücklicher Weise theilen wir dieses Schicksal mit den Astronomen und Physikern von Fach. Ein anderer Schriftsteller[2]) vergleicht dagegen die Kometen den Blutbläschen, welche durch die weit gestreckten Bögen der Gefäße des menschlichen Körpers circuliren. Sie sehen, die Anwendung des menschlichen Verstandes ist eine mannichfache, und das wird Ihnen in diesem Falle noch deutlicher werden, wenn Sie außer v. Humboldts geistvoller Behandlung dieses Gegenstandes auch noch Bessels gediegene Ansichten über das Wesen der Kometen lesen, die sich auf zahlreiche eigene und fremde Beobachtungen dieser merkwürdigen Himmelskörper, besonders des Halley'schen im Jahr 1835 gründen.

„Die Beschaffenheit des Kerns der Kometen verdient zuerst in Betrachtung gezogen zu werden, indem er die Quelle aller Erscheinungen ist, welche sie entwickeln. Die Massen der Kometenkerne scheinen, vergleichungsweise mit der Masse der Planeten, äußerst klein zu sein; ihr nicht festes, mehr oder weniger durchsichtiges Ansehen läßt dieses wahrscheinlich erscheinen; auch weiß man, daß der Komet von 1770, welcher sehr nahe bei der Erde vorbeiging, dennoch aber ihre Bewegung nicht bemerkbar störte, eine so kleine Masse besitzt, daß sie nicht auf den fünftausendsten Theil der Erdmasse geschätzt werden kann. Trotz der wahrscheinlich äußerst geringen Menge körperlicher Materie, welche die Kometen enthalten, kann man sie aber nicht als aus einer

gasartigen Flüssigkeit bestehend annehmen; wenigstens nicht aus einer solchen, deren Dichte verschwindet, wenn sie keinen Druck erleidet: denn eine Masse dieser Art würde sich nothwendig gänzlich zerstreuen. Auch scheint der Mangel einer Strahlenbrechung im Nebel des Kometen zu zeigen, daß nicht einmal dieser, geschweige denn der Kern, von welchem er ausgeht, eine gasartige Flüssigkeit ist. Indessen haben die Kerne der Kometen die Eigenschaft, sich leicht und in fast unbegreiflichem Maße zu verflüchtigen; ihre Oberflächen sind ohne bestimmte Grenzen, und scheinen daher in dem Zustande der Verflüchtigung begriffen zu sein; ihre Nebelhüllen und Schweife füllen Räume aus, welche unvergleichlich viel größer sind als ihre Kerne, und welche dennoch augenscheinlich durch Materie gefüllt werden, welche aus den Kernen ausgeht, während sie sich in der Nähe der Sonne befinden. Dieses Alles wird mit der mehr oder weniger festen Verbindung der Bestandtheile der Kometen, welche ihre schwingende Bewegung fordert, vereinigt, wenn man sie als aus einer Masse von sehr lockeren Theilchen bestehend annimmt, welchen nur wenig an der Wärme fehlt, welche hinreichend ist, sie zu verflüchtigen. Nach dieser Ansicht wird die Verflüchtigung desto heftiger, je tiefer die Kometen zur Sonne herabkommen, und je länger sie in ihrer Nähe verweilen. Daß diese Verflüchtigung selbst und der damit verbundene Verlust an wirksamer Wärme das Mittel werden kann, die Kometen vor gänzlicher Zerstreuung zu schützen, hat schon Laplace bemerkt."

„Jede Wirkung eines Körpers auf einen anderen kann in zwei Theile zerlegt werden, deren einer für alle Theile des letzteren gleich ist, während der andere aus den Unterschieden der Wirkung auf verschiedene Theile entsteht. Diese beiden Wirkungen trennen sich in den Erfolgen, welche sie haben; die Anziehung der Erde durch die Sonne erzeugt z. B. durch ihre, allen Theilen der Erde gemeinschaftliche Wirkung die Umlaufsbewegung derselben; der Unterschied der Anziehungen auf verschiedene Theile der Erde zeigt sich in den Erscheinungen der Ebbe und Fluth, und in der Vorrückung der Nachtgleichen. Je größer die Entfernung der beiden Körper von einander ist, desto kleiner ist der zweite Theil der Wirkung, vergleichungsweise mit dem ersten. Dieses ist allgemein und findet also auch bei

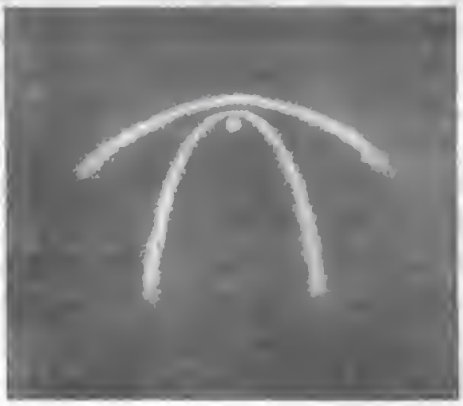
den Kometen seine Anwendung. Wenn ein Komet aus großer Entfernung zu der Sonne herabkömmt, so muß die allen seinen Theilen gemeinschaftliche Wirkung der Sonne früher merklich werden, als die zweite. Jene kann, weil sie allen Theilen gemeinschaftlich ist, keinem Theile des Kometen eine Eigenschaft mittheilen, welche sie allen anderen nicht auch mittheilte; sie kann also auch nicht die Polarisirung erzeugen, welche wir an den Kometen (als Schweifbildung) bemerkt haben; aber sie kann eine Verflüchtigung der Masse des Kometen hervorbringen, welche sich an allen Punkten seiner Oberfläche zeigt, und welcher vermuthlich die runden Nebelhüllen zuzuschreiben sind, von welchen wir die Kerne jedesmal umgeben sehen, wenn sie sich noch in weiten Entfernungen befinden. Ich nehme nun an, daß die flüchtig gewordenen Theilchen der Sonne feindlich polarisirt sind, daß also der Raum um den Kometen mit so polarisirter Materie gefüllt ist und fortwährend damit gefüllt wird. Später erst kann der zweite Theil der Wirkung der Sonne merklich werden; dieser allein kann die Polarisirung des Kerns des Kometen, wenn sie nicht ursprünglich vorhanden ist, erzeugen, und die vorzugsweise Ausströmung nach der Sonne hervorbringen. Zeigen die Beobachtungen diese beiden Erscheinungen, wie bei dem Halley'schen Kometen der Fall war, so kann nicht geläugnet werden, daß eine Ausströmung, indem sie aus dem der Sonne zugewandten, also ihr freundlich polarisirten Theile der Oberfläche hervorgeht, auch dieselbe Polarisirung besitzt oder der Sonne freundlich ist und sich ihr folglich zu nähern sucht. Daß die ausgeströmten Theilchen dennoch von der Sonne zurückgestoßen werden, wie die Beobachtungen außer Zweifel setzen, erkläre ich dadurch, daß der Raum, in welchem die Ausströmung stattfindet, schon mit der Sonne feindlich polarisirter Materie gefüllt ist, wodurch die entgegengesetzten Polaritäten sich ausgleichen, und die ausströmenden Theilchen desto mehr von ihrer ursprünglichen Eigenschaft verlieren und desto mehr die entgegengesetzte annehmen, je weiter sie sich von dem Kerne des Kometen entfernen. In einer gewissen Entfernung von dem Kometen findet sich dann nur der Sonne feindlich polarisirte Materie, welche also die Abstoßungskraft erfährt, welche die Beobachtungen gezeigt haben."

„Durch diese Ansicht werden die verschiedenen Erscheinungen, welche ich an dem Kometen wahrgenommen habe, untereinander in Verbindung gebracht. Ich bin übrigens der Meinung, daß die Stärke der wirkenden Polarkraft von der Entfernung des Kometen von der Sonne abhängig ist; auch daß nicht angenommen werden darf, daß die vorzugsweise der Sonne zuströmende Materie genau dieselben Eigenschaften besitze, welche die von der Oberfläche des Kerns im Allgemeinen ausströmende besitzt. Specifische Unterschiede dieser Art haben sich an den Schweifen einiger Kometen gezeigt. Der Schweif des Kometen von 1769 hatte z. B. zwei verschiedene Schenkelpaare (s. Lithogr.), welche aus der Theorie nur hervorgehen, wenn man der Ursache, durch welche ich oben ein Schenkelpaar, wie es der Komet von 1811 zeigte, erklärt habe, für verschiedene Theilchen zwei verschiedene Werthe beigelegt. Der Komet von 1807 zeigte zwei Schweife, welche in gleicher Richtung von dem Kerne ausgingen, deren einer länger und gerader, der andere kürzer und stark gekrümmt war; die Erklärung dieser Erscheinung fordert, daß man der Kraft, mit welcher die Sonne auf die den Kometen verlassenden Theilchen wirkt, für verschiedene Theilchen zwei verschiedene Werthe gebe."

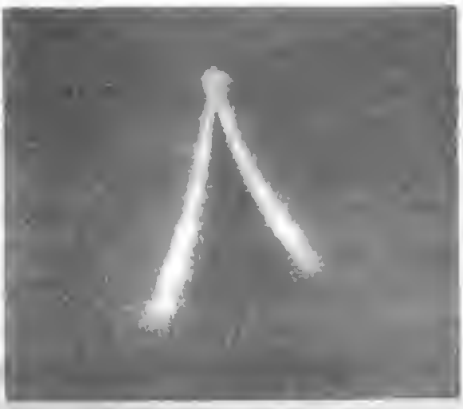
„Die allerauffallendste Form hat der Schweif des Kometen von 1824 gezeigt: er bestand aus zwei Theilen, deren einer der Sonne zu, der andere von ihr abgewandt war; diese Ausnahme von der allgemeinen Regel wird, der dargelegten Ansicht zufolge, möglich, wenn man annimmt, daß die Polarisirung des Kometen und die Ausströmung zu der Sonne sich eingefunden haben, während der den Kern umgebende, feindlich zur Sonne polarisirte Nebel noch nicht oder nicht in hinreichender Menge vorhanden war. In diesem Falle konnte die der Sonne freundliche Polarisirung nicht neutralisirt werden, und die dieselbe besitzende Materie konnte eben so ungehindert zu der Sonne gehen, als die entgegengesetzte von ihr ab." [1])

Sie finden im Kosmos, daß man erkannt hat, das Licht der Kometen müsse wenigstens zum größeren Theil zurückgeworfenes Sonnenlicht, könne nicht eigenes Kometenlicht sein, weil es sich polarisirt zeigt. Sie wollen nun wissen, was es mit dem polarisirten Licht für eine Bewandtniß hat. Um Ihnen

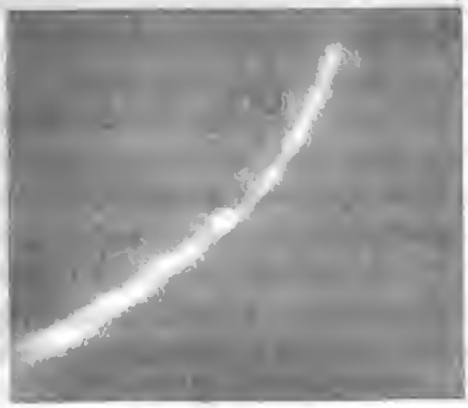
*N° 1.* *1769.*



*N° 2.* *1807.*



*N° 3.* *1824*



BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

das ganz deutlich zum achen, müßte ich sehr weit ausholen. Ich werde aber versuchen, Ihnen den auffallendsten Unterschied zwischen ursprünglichem und reflectirtem, polarisirtem Licht zu erklären.

Jeder gewöhnliche Lichtstrahl zeigt nach allen Seiten hin dieselben Eigenschaften. Fängt man ihn z. B. durch einen Spiegel auf, so wird er stets reflectirt, welches auch die Lage des Spiegels gegen den Strahl sein mag. Es giebt aber Lichtstrahlen, welche nicht nach allen Seiten hin dieselben Beziehungen zeigen, und dahin gehören z. B. alle durch nicht metallische (durch strahlenbrechende) Körper reflectirte Lichtstrahlen. Diese zeigen, z. B. wenn man sie zum zweiten Male auf einen nicht metallischen Spiegel fallen läßt, ein verschiedenes Verhalten je nach der Richtung, in welcher sie einfallen. Diese Eigenthümlichkeit, welche Malus im Jahr 1808 entdeckte, wird mit dem Namen Polarisation bezeichnet, und die mit ihr behafteten Lichtstrahlen nennt man polarisirt.

Es giebt verschiedene Mittel, um gewöhnliches Licht zu polarisiren, oder polarisirtes als solches zu erkennen. Das einfachste dieser Mittel sind, wie erwähnt, nicht metallische Spiegelflächen. Fällt ein gewöhnlicher Lichtstrahl unter einem bestimmten, von der lichtbrechenden Kraft der Spiegelsubstanz abhängigen Winkel (bei Glas unter 35° 25′) auf die Spiegelfläche; so ist der reflectirte Strahl vollkommen polarisirt, und wird, wenn man ihn unter demselben Winkel durch einen gleichen Spiegel reflectiren läßt, nach und nach unsichtbar, wenn man dessen Fläche aus einer ursprünglich dem ersteren Spiegel parallelen Streichrichtung bis 90° dreht, so daß nun die Neigungsrichtung beider Spiegel um 90° von einander abweicht. Der oben angegebene Polarisationswinkel von 35° 25′ für Glas braucht nicht genau erfüllt zu sein, aber je mehr er erfüllt ist, um so vollständiger ist die Polarisation. Alles von nicht metallischen Oberflächen reflectirte Licht ist theilweise polarisirt, und Sie werden daher leicht begreifen, wie man durch Untersuchung des Lichtes der Himmelskörper ermitteln kann, ob es erborgt, oder ihnen eigenthümlich ist.

Ihnen Mehr über die Kometen zu schreiben, halte ich für überflüssig, da sich der Kosmos sehr ausführlich darüber verbreitet.

Zehnter Brief.

## Meteorſteine und Sternſchnuppen.

„Die verſchiedenen Meteorſtröme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zuſammengeſetzt, ſchneiden wahrſcheinlich unſere Erdbahn, wie das der Komet des Biela thut.“ v. H.

---

Es war nur natürlich, daß die Alten die Sternſchnuppen für vom Himmel fallende Sterne hielten. Aber ſchon die Griechen erkannten, daß in ähnlicher Weiſe, von bedeutenderer Feuererſcheinung begleitet, zuweilen Steine vom Himmel fallen, ja Plinius[3]) erzählt ſogar, daß Anaxagoras den Fall eines ſolchen Steines richtig voraus verkündet, und daß Zoroaſter ſich eines ſolchen Steines zu magiſchen Künſten bedient habe. Man hielt dieſe vom Himmel gefallenen Steine überhaupt für wunderthätig und nannte ſie Bätylien. v. Dalberg ſchrieb ein beſonderes Werk über den Steindienſt der Alten[4]) und ſagt darin unter Anderem: „Bätylien hießen ſie, ein Name, der nicht urſprünglich griechiſch, ſondern, wie Euſebius nach Philo von Biblos dem Ueberſetzer des Sanchuniathon zeigt, phöniciſch iſt; belebte Steine nennt ſie dieſer Geſchichtſchreiber und ſagt, der Gott Cölus habe ſie mit kühner Kunſt gebildet; aber Betül war einer der 4 Kinder des Himmels (Uranos) und der Erde (Gea), deren drei andere Saturn, Dajo und Atlas hießen. Dieſen Betylas (Sohn des Himmels), der Phönicier Gott, muß man daher ſorgfältig von den kleinen Betylen unterſcheiden, die, wie der Aberglaube wähnte, von kleinen Göttern bewohnt werden, welche ihnen magiſche Kräfte beilegen.“ Ein ähnlicher Steincultus fand ſich auch bei den alten Mexikanern, und findet ſich noch jetzt in Aſchanti, an der Küſte von Guinea. Mit bunten Lappen umwickelte Magnetſteine verehrt man da als Götzen. Da aber die Prieſter behaupten, dieſe ihre Götter fielen von Zeit zu Zeit vom Himmel, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß Meteorſteine dazu die Veranlaſſung gegeben haben.

v. Humboldt zeigt, daß Alles, was man Sternſchnuppe Feuerkugeln und Meteorſteine zu nennen pflegt, kleine Himmels-

körper ſind, die theils zerſtreut (kometenartig), theils in planetenbahnähnliche ringförmige Zonen gruppirt die Sonne umkreiſen. Ein ſolcher planetariſcher Ring kosmiſcher Körper (oder mehrere) durchſchneidet, wie es ſcheint, unſere Erdbahn, und bringt dadurch die periodiſchen Sternſchnuppenſchwärme zur Erſcheinung, welche ſeit einigen Jahren die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen und Phyſiker im hohen Grade auf ſich gelenkt haben. Wenn aber dieſe kleinſten kosmiſchen Körper ſich in ihrer Bahn der Erde ſehr nähern, ſo gerathen ſie in die Macht ihrer Attraction und fallen als Meteorſteine nieder. Als die einzigen Proben außerirdiſcher Körper, welche uns zu näherer Unterſuchung geboten werden, müſſen ſie jedem denkenden Forſcher ein hohes Intereſſe abgewinnen. Es iſt merkwürdig genug, daß ihre Beſtandtheile dieſelben ſind, wie die unſerer Erde; zwar bei weitem nicht alle irdiſchen Stoffe hat man bis jetzt in ihnen aufgefunden, aber nur irdiſche, und dieſe oft in Verbindungen, wie ſie in gewiſſen vulkaniſchen Geſteinen der Erde, namentlich in den Doleriten, ſich vorfinden. Ziemlich nahe liegt es, darauf die Vermuthung zu gründen, daß dieſe Verbindungen von Pyroxen, Olivin, Eiſen u. ſ. w. primitive, d. h., daß die den Meteormaſſen ähnlichen Laven nicht umgeſchmolzene Geſteine, ſondern emporgepreßte Theile einer heißflüſſigen Urmaſſe ſind. Wenn dabei der Eiſengehalt der Meteorſteine oft viel größer als der der doleritiſchen Laven iſt, ja wenn ſie zuweilen ganz aus gediegenem Eiſen beſtehen, ſo könnte dieſer Unterſchied leicht erklärt werden, wenn wir vorausſetzen dürften, der Metallgehalt des Erdkörpers habe ſich nach den Geſetzen der Schwere vorzugsweiſe gegen ihren Mittelpunkt hin concentrirt, und komme deshalb in den Producten der Oberfläche weniger zur Erſcheinung, zumal da hier das leicht oxydirbare Eiſen, wo es in kleinen Mengen mit emporgeriſſen ward, ſich überall mit Sauerſtoff verbunden hat, und deshalb niemals gediegen auftritt. Mit ſolcher Annahme ſteht die berechnete höhere Dichtigkeit (Schwere) des Erdinnern (im Vergleich zur Kruſte) im beſten Einklange. —

Die Zuſammenſetzung der Meteorſteine lehrt uns ſonach, daß viele Grundſtoffe unſeres Erdkörpers eine allgemeinere, vielleicht ganz allgemeine Verbreitung in unſerem Sonnenſyſtem

haben. Wir dürfen vermuthen, daß es Weltſtoffe ſind. Damit ſteht auch die berechnete ganz ungleiche Dichtigkeit der Sonne, der Planeten, der Monde und Kometen nicht in Widerſpruch, denn dieſe Ungleichheit kann theils durch ungleiche Vertheilung der ungleich dichten Stoffe im Sonnenſyſtem, theils aber auch durch ihre örtlich ungleichen Aggregatzuſtände bedingt ſein.

Die Meteorſteine gewähren noch ein anderes geologiſches Intereſſe. Während wir aus ihrem kosmiſchen Urſprung ſchließen müſſen, daß ſie, ſo lange die Erde als Planet beſteht, zuweilen auf ſie herab gefallen ſind, ſo iſt es doch ſonderbar genug, daß man in den älteren Geſteinsablagerungen noch nirgends einen deutlichen Meteorſtein aufgefunden hat. Sei es nun, daß in dem kurzen Zeitraume ſorgfältiger geognoſtiſcher Beobachtung die Blicke der Geognoſten zufällig noch nicht darauf gefallen ſind, oder daß die meteoriſchen Maſſen, durch Zerſetzung unkenntlich geworden, ſich nicht mehr als ſolche nachweiſen laſſen. —

Eine nickelhaltige Eiſenmaſſe, die man 31½ Fuß tief in den Goldſandlagern von Petropawlowsk am Altai gefunden hat, iſt das einzige ſicher erkannte Beiſpiel eines wahrſcheinlich vorhiſtoriſchen Meteorſteinfalles. Doch iſt das Alter dieſer Goldſandlager nicht genau bekannt und wahrſcheinlich, geologiſch betrachtet, ein ſehr geringes.

Geſtatten Sie, daß ich Ihnen als ein lehrreiches Beiſpiel noch den Bericht über den neueſten Meteorſteinfall mittheile, der gerade von recht merkwürdigen Umſtänden begleitet war.

„Am 14. Juli 1847 des Morgens ¾ auf 4 Uhr, als der öſtliche unbewölkte Horizont in ſchöner Morgenröthe erglühte, während den weſtlichen eine dunkle Wolkenwand bedeckte, wurden die Bewohner von Braunau in Böhmen durch zwei auf einander folgende heftige Exploſionen von Kanonenſchußſtärke und zwar in dem Zeitraum der zum Abfeuern einer Doppelflinte nöthig iſt, aus dem Schlafe geweckt und in Schrecken geſetzt. Es war durch das ganze Braunauer Ländchen, vom Hutberge aus bis Wünſchelberg und Albendorf in der Grafſchaft Glatz, ein heftiges, mehrere Minuten dauerndes Sauſen und Brauſen hörbar. Die Menſchen eilten an die Fenſter

und ins Freie. Herrn Oberförster Pollack verdanken wir folgende Erzählung hierüber. Es bildete sich bei sonst ziemlich wolkenfreiem Himmel, an dem noch einige Sterne glänzten, über dem von Braunau aus nordöstlich gelegenen Dorf Hauptmannsdorf eine kleine schwarze Wolke, die sich während ihres Hin- und Hertreibens zu einem horizontalen Streifen geformt hatte. Diese Wolke sah man mit einem Male in feuriges Erglühen versetzt, nach allen Richtungen Blitze zucken, gleichzeitig zwei Feuerstreifen scheinbar aus ihr nach der Erde niederfahren, worauf die beschriebenen Kanonenschläge erfolgten. Gleich darauf sah man an dem Punkte der feurigen eine aschgraue Wolke von rosettenartigem Umriß längere Zeit stehen, die, nach Nordost und Südwest sich theilend, in Streifen auslief und endlich verschwand, wobei deutlich wahrzunehmen war, in wie großer Bewegung sich die Luft in jenem Punkte befand.

Auf Grund dieser Erscheinung machte Herr Pollack sofort den sehr richtigen Schluß auf einen Meteorsteinfall, während die meisten anderen Menschen der Meinung waren, es müsse der Blitz an mehreren Orten eingeschlagen haben. Es verbreitete sich auch alsbald die Nachricht, daß dies auf einem Ackerraume bei Hauptmannsdorf der Fall gewesen sei. Ein Mann, Namens Trepper aus Hauptmannsdorf, wollte es gesehen haben. Man fand diese Nachricht in so fern bestätigt, als man an dem bezeichneten Punkte ein 3 Fuß tiefes Loch in der Erde und in der Tiefe desselben eine heiße Masse vorfand, die beim Nachgraben, 6 Stunden nach dem Niederfallen, noch so heiß war, daß sie nicht berührt werden konnte. Sie wog 42¼ Pfund östr. und wurde zunächst nach Braunau, dann an das k. k. Museum zu Wien abgeliefert. Die äußere Form derselben ist die eines unregelmäßig verschobenen, mit lauter Concavitäten bedeckten Vierecks. Die Concavitäten haben meist eine unregelmäßig sechsseitige Form. Die ganze Masse ist äußerlich eisengrau angelaufen und nur in der Tiefe einiger der Concavitäten mit einem gelbbraunen Ueberzuge versehen, auf welchem kleine glimmerartig metallisch glänzende Blättchen sitzen. Auf dem Bruch zeigt die Masse deutlich krystallinisches Gefüge und Metallglanz. Ihr specifisches Gewicht beträgt 7,7142; es ist Meteoreisen. Dasselbe ist härter als die besten Stahlmeisel, erglüht im Schmiedefeuer

raſch und läßt ſich dann leicht hämmern. Gleichzeitig verbreitete ſich die Nachricht, der Blitz habe auch in das ¼ Stunde von Braunau gelegene Domicialhaus in dem ſogenannten Ziegelſchlage eingeſchlagen, ohne zu zünden. Herr Pollack, welcher ſich an Ort und Stelle verfügte, fand in dem Schindeldache des Hauſes ein kopfgroßes Loch, außerdem eine Latte, einen Sparren, den Lehmeſtrich, nebſt dem darin liegenden Holzrahmen diagonal durchſchlagen, und in der ſüdöſtlichen Bindewand der Kammer eine Zertrümmerung, worunter das Meteor mit vielem Fleiß geſucht, jedoch erſt am folgenden Tage gefunden wurde. Dieſes Stück wiegt 30 Pfund 16 Loth, und iſt blos in ſeiner äußeren Hauptform von dem Hauptmannsdorfer verſchieden. Die 6eckigen Concavitäten ſind an ihm noch deutlicher, tiefer und mit mehr röthlichbraunem Oxyd belegt. Beim Durchſchlagen des Eſtrichs ſind Strohtheile in ſeine Oberfläche eingeſchmolzen.

A. Duflos und W. Fiſcher [5]) fanden dieſen Meteorſtein zuſammengeſetzt aus:

| | |
|---|---|
| 91,82 | Eiſen, |
| 5,517 | Nickel, |
| 0,529 | Kobalt, |
| 0,072 | Kupfer, Mangan, Arſen, Calcium, Magneſium, Silicium, Kohlenſtoff, Chlor, Schwefel, |

welche Beſtandtheile darin zu drei verſchiedenen Körpern vereinigt zu ſein ſcheinen.

Aus der Entfernung, in welcher die beiden Bruchſtücke von einander gefunden wurden, und aus ihrem Einfallswinkel hat man berechnet, daß das Zerſpringen des Meteors ungefähr in einer Höhe von 29,500 Fuß erfolgt iſt.

Es iſt, wie v. Humboldt bemerkt, wahrſcheinlich, daß eine große Zahl von Meteorſteinfällen unbeachtet vorüber geht,

und daß gewiß ſehr viele ſolche Steine in uncivilisirten Ländern oder auf dem Boden des Meeres liegen, wo ſie zum Theil einer allmäligen Zerſetzung entgegengehen. Man kann nicht annehmen, daß in Frankreich mehr Meteormaſſen niederfallen als in anderen Erdtheilen; da nun in dieſem Lande von 6000 Quadratmeilen Flächenraum innerhalb 26 Jahren 10 Meteorſteinfälle beobachtet worden ſind, und da dieſer Flächenraum nur ungefähr 1/2000 der ganzen Erdoberfläche beträgt, ſo läßt ſich erwarten, daß in dieſem Zeitraume überhaupt etwa 20,000 Meteorſteine auf die Erde gefallen ſind, was für jedes Jahr über 700, und für jeden Tag durchſchnittlich etwa 2 beträgt.

## Elfter Brief.

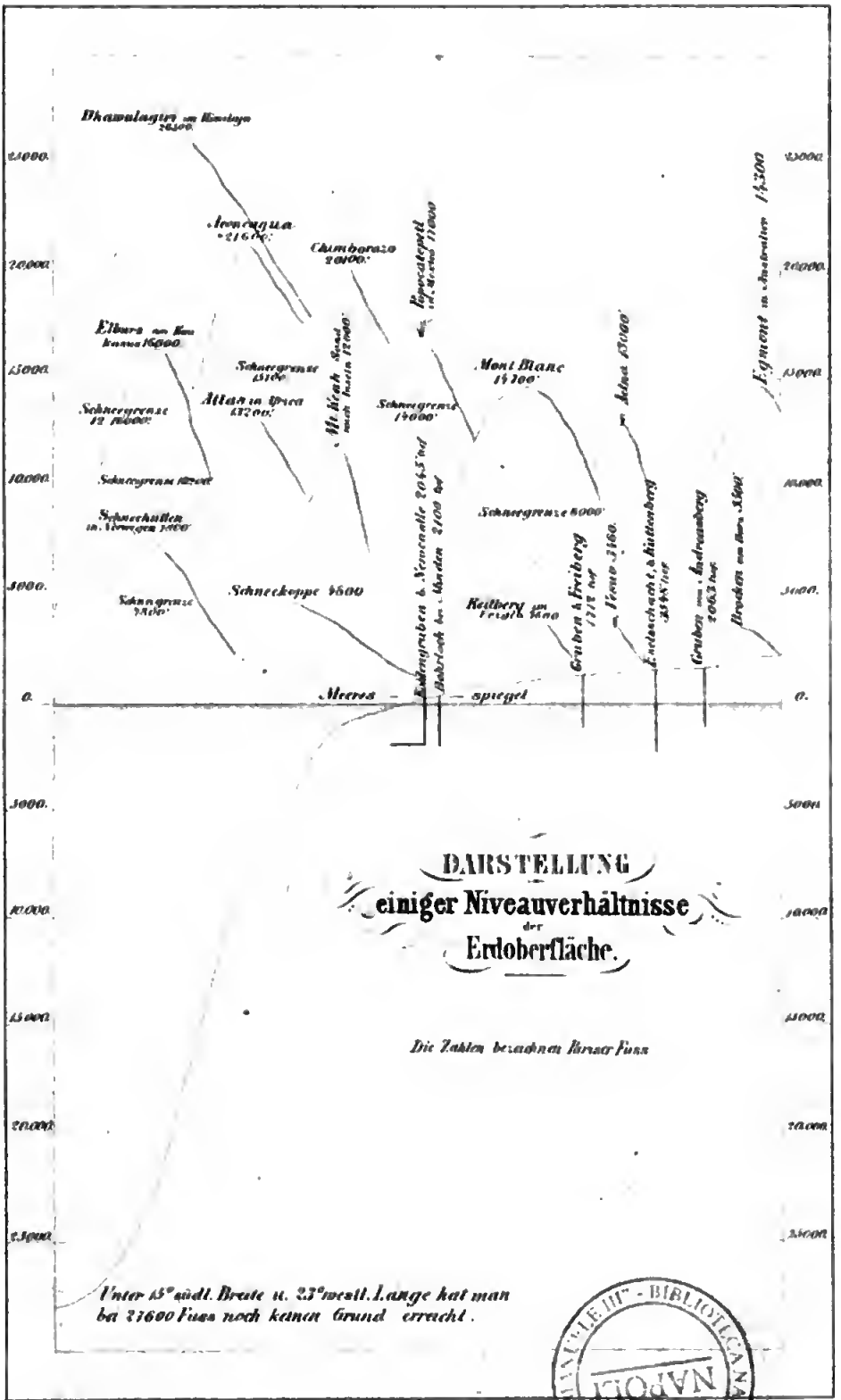
## Bewegung der Fixſterne.

„Der Ortsveränderung des ganzen Sonnenſyſtems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen aſtronomiſchen Meßinſtrumente und durch die Fortſchritte der beobachtenden Aſtronomie unſer Fortrücken an fernen Sternen wie an Gegenſtänden eines ſcheinbar bewegten Ufers merklich würde.“ v. H.

Die eigene Bewegung der Fixſterne und unſerer Sonne entdeckte man zuerſt, als man bemüht war, die Parallaxen der Fixſterne zu ſuchen; ſo führen oft die eifrig geſuchten zu ganz unerwarteten und neuen Reſultaten. Ich habe Ihnen ſchon erzählt, daß Herſchel durch dieſelbe Veranlaſſung die beſondere Natur der wahren Doppelſterne auffand. Wenn Sie ſich die faſt unermeßliche Schnelligkeit aller dieſer kosmiſchen Bewegungen vorſtellen, ſo wird Ihnen dadurch recht klar werden, wie groß ihre Entfernungen ſein müſſen, da unſer Sternenhimmel Jahrtauſende beobachtet und beſchrieben worden iſt, ohne daß man Veränderungen in den Stellungen der Sterne bemerkte, die man deshalb, wie ſich nun gezeigt hat mit Unrecht, Fixſterne nannte. In jeder Minute bewegen ſie ſich wohl mehr

als 500 Meilen, und doch hat man Jahrtausende lang diese Bewegung nicht bemerkt. Wohl eben so schnell bewegt sich unsere Erde mit der Sonne durch den Weltraum, und erstere zugleich in jeder Minute 240 Meilen in ihrer Bahn um die Sonne, wodurch allerdings während einer (der rückgängigen) Hälfte des Umlaufes die Fortbewegung im Weltraume gemindert wird. Dennoch erscheint uns die Landschaft des Himmelsgewölbes an jeder Stelle stets unverändert. Erlauben Sie mir, daß ich Sie auf den großen Unterschied aufmerksam mache, der zwischen diesen Erscheinungen stattfindet und denen, welche wir auf der Erde zu sehen gewohnt sind. Wenn wir im Dampfwagen, jede Minute höchstens $^1/_{10}$ einer Meile zurücklegend, an den Vogesen oder am Thüringer Walde vorbei eilen, so gewinnen wir immer neue Ansichten dieser Gebirge; die Kuppen und Schluchten, die Städte und Burgen gruppiren sich mit jedem Blick anders, und während wir mit noch ungemessener Schnelligkeit die Welt durcheilen, erscheint uns der selbst bewegte Sternenhimmel stets gleich! Das Relative von schnell und langsam, von fern und nah muß uns bei solcher Vergleichung recht lebhaft vor den Geist treten. Es ist wie ein Blick aus dem Endlichen ins Unendliche.

Den Gegensatz zu dieser scheinbaren Ruhe bei wirklich größter Bewegung des Sternenhimmels finden Sie beim Schauen durch das Mikroskop in dem von Infusorien belebten Wassertropfen. Diese bewegen sich in Wahrheit nur sehr langsam, aber durch mehr als hundertfache Vergrößerung erscheint auch jede ihrer Bewegungen um das eben so Vielfache beschleunigt, sie scheinen mit zuckender Schnelligkeit das Gesichtsfeld zu durcheilen, was nicht wenig ihre genaue Beobachtung erschwert. Alle ihre Bewegungen zeigen den Charakter größter Eilfertigkeit, und es fällt eben so schwer, sie in Gedanken auf das wahre Maß von Langsamkeit zurückzuführen, als es uns schwer fällt, die scheinbar ruhenden Sterne uns mit solcher Schnelligkeit umhereilend zu denken, daß wir, aus der Entfernung eines Erddurchmessers betrachtet, sie eben so wenig zu unterscheiden vermöchten, als die Radspeichen eines schnell fahrenden Wagens. Die Schnelligkeit des Lichtes, beinah unermeßlich in irdischen Entfernungen, wird zum langsamen, zu spät kommenden Boten, wenn




# DARSTELLUNG
## einiger Niveauverhältnisse der Erdoberfläche.

Die Zahlen bezeichnen Pariser Fuss

Unter 15° südl. Breite u. 23° westl. Länge hat man bei 21600 Fuss noch keinen Grund erreicht.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III - NAPOLI

es den Weltraum durchmißt. Was vor Jahrtauſenden geſchehen, erfahren wir durch den Lichtſtrahl erſt jetzt, gleichzeitig mit dem, was ſich begiebt oder vor 8 Minuten in der Entfernung der Sonne begeben hat, und was in unermeßlichen Entfernungen hinter einander liegt, erſcheint uns am Sternenhimmel neben einander, wie goldene Punkte in einem dunklen Teppich. Doch alle dieſe natürlichen Täuſchungen hat der menſchliche Verſtand allmälig überwunden, unermüdlich auch ferner die Wahrheit erforſchend und vom Scheine ſondernd. Was war natürlicher, als zu glauben, daß die Erde ſtill ſtehe und der Himmel ſich um ſie drehe? Kein Wunder, daß es lange dauerte, ehe man die Täuſchung erkannte!

## Zwölfter Brief.

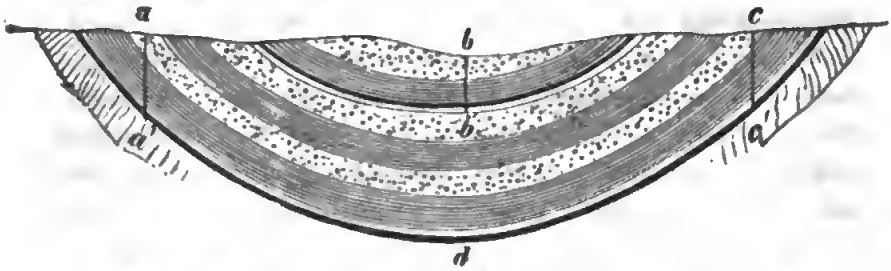
## Bekannte Erdkruſte.

„Es iſt die Dicke der der Oberfläche unſeres Planeten nächſten Schichten, welche durch tiefe ſpaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menſchen aufgeſchloſſen ſind.“ v. H.

Man hat mehrfach den Vergleich gemacht, daß die Dicke der der Beobachtung zugänglichen Erdkruſte ſich zu der ganz unzugänglichen Erdmaſſe ungefähr ſo verhalte wie die Papierdicke auf einem Globus von 1 Fuß Durchmeſſer zu der ganzen Maſſe des Globus. Dieſe Vergleichung iſt in jeder Beziehung nur eine ungefähre, aber eine recht anſchauliche. Sie finden in einer Anmerkung des Kosmos Seite 416 eine Zuſammenſtellung der größten durch Menſchenarbeit erreichten Erdtiefen; ich will verſuchen, Ihnen einige derſelben durch beiſtehende Skizze noch mehr zu verſinnlichen und mit den natürlichen Einſenkungen in Vergleich zu bringen.

Aber dieſe Einſchnitte in die Erdkruſte ſind doch im Grunde nur Ausnahmen und die tiefſten derſelben unzugänglich, ſeitdem man genauere geognoſtiſche Unterſuchungen anzuſtellen ange-

fangen hat. Der Verfaſſer des Kosmos erwähnt ferner die ziemlich ſicheren Schlüſſe, welche ſich aus regelmäßig muldenförmigen Schichtenſtellungen, wie bei Lüttich und Saarbrücken, auf deren Fortſetzung bis zu Tiefen von 3600 und ſelbſt 20000 Fuß Tiefe ziehen laſſen.




Wenn man nämlich an den Rändern einer ſolchen Mulde beſtimmte Geſteinsſchichten, z. B. die durch beſonders ſtarke Linien angedeuteten Kohlenflötze durch die Schächte a a', b b' und c c' bis zu einer gewiſſen Tiefe verfolgt hat, ſo kann man aus der übereinſtimmenden Form ziemlich ſicher auf ihre Fortſetzung in ungefähr berechenbare Tiefen d ſchließen. Das ſind aber doch nur Schlüſſe, wie man ſie etwas unſicherer auch auf die von den Vulkanen ausgeworfenen Maſſen zu gründen vermag, es ſind keine unmittelbaren Beobachtungen. — Ferner werden die Höhenunterſchiede des Landes, die Berge und Gebirge, die Thaleinſchnitte und die nur dem Senkblei zugänglichen tiefen Meeresbecken in Rechnung gebracht. Nun ſind aber die größten Berghöhen ſehr vereinzelt, unzugänglich und mit Schnee bedeckt, überdies bieten Bergesſpitzen keineswegs gerade immer wahre Querſchnitte der feſten Erdkruſte zur Beobachtung dar, da ſie ſehr oft aus denſelben gehobenen oder aufgerichteten Schichten beſtehen, als der Fuß derſelben. — Wenn wir alle dieſe Umſtände berückſichtigen, ſo reducirt ſich die Dicke, oder Höhe und Tiefe der Beobachtungszone für die feſte Erdmaſſe außerordentlich, und kann höchſtens auf 10000 Fuß angenommen werden, gewöhnlich beträgt ſie nur 2—5000 Fuß oder etwa $^1/_{4000}$ des Erdhalbmeſſers. Dazu kommt nun noch die Beſchränkung in horizontaler Richtung; etwa $^3/_4$ der Erdoberfläche iſt mit fließendem oder ſtehendem Waſſer bedeckt, große Regionen mit beſtändigem Eis und Schnee, andere ſind als Wüſten unzugänglich; man darf wohl behaupten, daß von Geologen bis jetzt höchſtens der funfzigſte Theil der Erdober-

fläche einigermaßen untersucht worden ist. Aber zum Glück liegen die untersuchten Theile nicht in einem Gebiet zusammen, sondern sie sind über die ganze Kugel zerstreut und ergänzen dadurch häufig die Lücken. Indessen sehen Sie wohl ein, wie bedenklich es sein muß, aus einem so kleinen Theile auf das Ganze zu schließen.

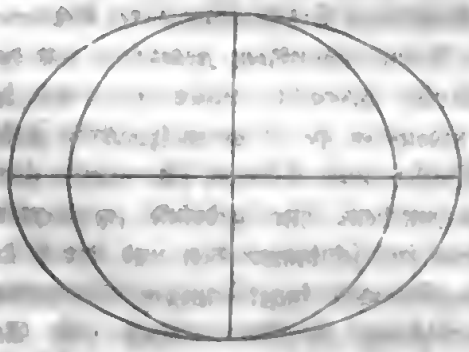
## Dreizehnter Brief.

# Form der Erde.

„Die geometrische Gestalt der Erde bezeugt die Art ihrer Entstehung.“ v. H.

In diesen Worten spricht v. Humboldt einen wichtigen Theil der Theorie der Erdentstehung aus.

Jeder weiche, in gewissem Grade flüssige Körper, der sich um eine (imaginäre) Axe dreht, nimmt die Gestalt eines Rotationssphäroides an, muß sie annehmen, weil nur bei solcher Gestalt die Gravitation gegen den Mittelpunkt mit der Centrifugalkraft (der Kraft, welche ein geschwungenes Fadenpendel stets stramm erhält) in solchem Gleichgewicht steht, daß die Oberfläche ruhig bleiben kann. Je schneller die Umdrehung bei übrigens gleichen Verhältnissen erfolgt, desto größer muß die Abplattung werden, und wenn die feste Erde diese Gestalt nicht hätte, sondern z. B. wirklich kugelförmig und unnachgiebig wäre, so würde sie doch vom Wasser in solcher Gestalt umgeben werden.



Dann würde nur gegen die Pole hin Land bestehen können.

Da nun aber der feste Erdkörper diese ellipsoidische Gestalt wirklich hat, so sträubt sich unser Verstand gegen jede andere

Erklärung derſelben und weiſt uns mit aller Macht der Induction darauf hin, daß zu einer gewiſſen Zeit die Theile, auch der jetzt feſten Erde, in gewiſſem Grade verſchiebbar, wie in einer Flüſſigkeit mit einander verbunden waren. Die Geologen ſind in ihren Folgerungen noch weiter gegangen; ſie ſagen: der flüſſige Zuſtand der Erde muß ein heißflüſſiger geweſen ſein. Die Totalität der Beſtandtheile der feſten Erdkruſte iſt nämlich, ſo weit unſere jetzigen phyſikaliſchen und chemiſchen Kenntniſſe reichen, durch nichts Anderes in flüſſigen Zuſtand verſetzbar, als durch Wärme. Da nun auch einige andere Umſtände, von denen ich Ihnen ſpäter mehr erzählen will, mit dieſer Annahme ganz übereinſtimmen, ſo gewinnt ſie dadurch ſehr an Wahrſcheinlichkeit.

Dies iſt zugleich der früheſte Zuſtand unſeres Erdkörpers, auf welchen der Geolog aus vorhandenen Erſcheinungen zu ſchließen vermag. Der Phyſiker, der Aſtronom, der Philoſoph können weiter gehen; ſie können aus Analogieen auf einen vorausgehenden gasförmigen Zuſtand, auf eine Abſonderung der Materie der einzelnen Planeten aus einem großen, unſer Sonnenſyſtem repräſentirenden Stoffnebel ſchließen, wie deren in verſchiedenen Zuſtänden am Himmel als Lichtnebel vielleicht beobachtet werden.

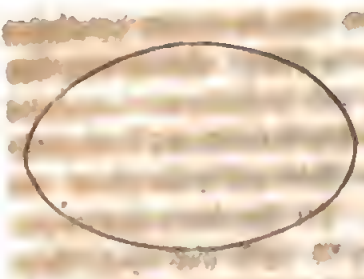
Die polare Abplattung, welche ſich bei allen genau beobachteten, ſich wie die Erde um eine Achſe drehenden Himmelskörpern wiederholt, iſt nicht nur durch berechnende Vergleichung zwiſchen Gravitation und Centrifugalkraft, ſondern ſogar durch Experimente an Flüſſigkeiten nachgewieſen worden. Plateau[5]) hat Oelkugeln von den Wirkungen der Erdanziehung (der Schwere) iſolirt, d. h. dieſe für ihre Form unwirkſam gemacht, und ſomit unter ähnliche Verhältniſſe gebracht, unter denen ſich die Himmelskörper befinden, indem er ſie in einer ſpecifiſch gleich ſchweren Miſchung von Waſſer und Alkohol ſchwimmen ließ, wodurch ſie alſo getragen wurden ohne gedrückt zu werden. Wenn er nun einen ſolchen frei ſchwimmenden und durch die Attraction der Theilchen vollkommen kugelförmigen Oeltropfen, durch eine ſinnreiche Vorrichtung in Rotation um eine Are brachte, ſo konnte er je nach der Größe der Drehungsgeſchwindigkeit beliebig große Abplattungen der Oelkugeln hervorbrin-

gen. Bei ſehr großer Geſchwindigkeit breiteten ſie ſich zu flachen Scheiben aus, dann ſonderte ſich ein Ring, ähnlich dem des Saturn, davon ab, und endlich bei fortgeſetzter vermehrter Schnelligkeit trennte ſich der Ring in einzelne rotirende Trabanten.

In einem kleinen Gefäß ſehen Sie auf dieſe Weiſe den weltenformenden Proceß nachgeahmt. Die Nothwendigkeit deſſelben unter den gegebenen Umſtänden iſt nicht nur durch Rechnung, ſondern auch durch das Experiment nachgewieſen. Tiefer, und für uns, wie es ſcheint, unerreichbar liegt freilich die Urſache dieſer Nothwendigkeit. Aber wenn der Menſch auch nur ein einziges Naturphänomen auf ſolche Weiſe erkannt, d. h. begriffen hätte, ſo wäre dadurch ſchon die Möglichkeit erwieſen, daß er die Welt zu begreifen vermag.

Ich muß Sie hier noch auf einen Einwand aufmerkſam machen, welchen neuerlich ein Engländer, Herbert Spencer*), gegen den Beweis des einſt flüſſigen Zuſtandes der Erde aus ihrer Form erhoben hat. Er ſagt: flüſſig und feſt ſind nur relative Begriffe, abhängig einigermaßen von dem Volumen der Maſſe. Eine Erdſcholle von einem Cubikfuß erſcheint feſt (nicht flüſſig), man kann ſie als Würfel ausſtechen, und ſie behält ihre Geſtalt. Wollte man aber einen Würfel derſelben Erde von 100000 Cubikfuß Inhalt herſtellen, er würde ſogleich zu einem Haufen zerfallen, d. i. zerfließen. In dieſer Weiſe wirken Schwere und ebenſo Centrifugalkraft auf alle ſehr großen Maſſen geſtaltverändernd, ihre Wirkung wächſt mit der Maſſe, alſo cubiſch, während die Cohäſion der Theile dieſelbe bleibt, ihr Widerſtand alſo nur quadratiſch mit dem Querſchnitt wächſt. Es muß deshalb unter allen Umſtänden durch Zunahme der Maſſe die cubiſch wachſende Wirkung den nur quadratiſch wachſenden Widerſtand erreichen und überſchreiten können. Die feſteſte Subſtanz, welche wir kennen, würde, in eine ſo ſchnelle Umdrehung als die Erde verſetzt, ſchon bei $^1/_{100000000}$ des Erdvolumens nachgeben und ſich abplatten. In dieſem Sinne iſt nach Spencer die Erde noch jetzt flüſſig, doch behauptet er keineswegs, ſie könne nie heißflüſſig geweſen ſein.

Die Gradmeſſungen, welche man in der Richtung der Meridiane und unter verſchiedenen Breiten, theils nahe dem Aequator, theils nahe dem Nordpol anſtellte, haben gezeigt, daß



die Krümmung der Erdoberfläche am Aequator eine stärkere ist, als an den Polen, woraus eben, wie die beistehende übertriebene Figur versinnlichen soll, die Abplattung an den Polen hervorgeht.

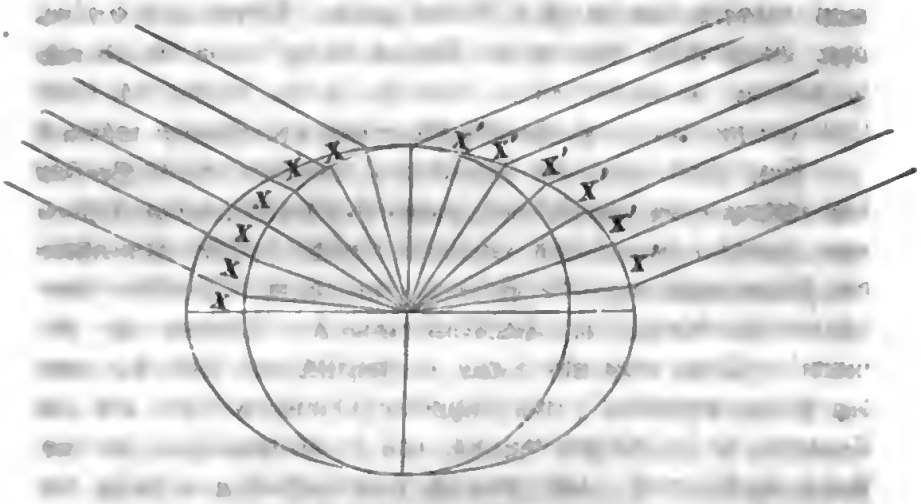
Aber diese Gradmessungen haben zugleich gezeigt, daß diese Krümmungen in verschiedenen Meridianen unter gleicher Breite etwas verschieden sind, woraus folgt, daß die wahre Gestalt der Erde, auf den Meeresspiegel reducirt, keine sogenannte mathematische, keine genau berechenbare, nicht ausschließlich das Resultat von Schwere und Centrifugalkraft ist. Sie ist nur ungefähr die eines Rotationssphäroides.

Durch Anziehung des Mondes und der Sonne während des Erstarrens, und durch ungleiche Dichtigkeit der Masse sind kleine Anschwellungen bedingt, welche sich der Vorausberechnung entziehen und durch welche zum Theil vielleicht die wechselnden Kraftwirkungen einer längst vergangenen Zeit gewissermaßen fixirt sind, so wie manchmal ein mächtiger Eindruck im kindlichen Alter eine gewisse dauernde Schattirung des Charakters des Mannes bedingt. Die Form der Erde ist ebenso wie unsere psychische oder physische Individualität ein Resultat unendlich mannichfaltiger äußerer Einwirkungen auf das ursprünglich Gegebene, welches stets als wesentlich vorherrscht.

Wenn wir alle die Unebenheiten der Erdoberfläche, welche in Beziehung auf die Gestalt im Ganzen fast verschwindend klein sind und welche, weil sie die Richtung der Schwere nur ganz unmerklich verändern, auf die Resultate der Gradmessungen nicht merkbar einwirken können; wenn wir alle Unebenheiten des Landes- und Meeresbodens, alle Gebirge, Berge, Ebenen und Thäler, theils durch äußere, theils durch innere Ursachen bedingt, ins Auge fassen: so ist die Mannichfaltigkeit, die Verwickelung, die Schwierigkeit, alles Einzelne auf seine Ursachen zurückzuführen, eben so groß, als wenn wir versuchen wollten, alle individuellen Eigenschaften eines Menschen aus seiner ursprünglichen Organisation, den Umständen seiner Geburt, und den Ereignissen seines Lebens abzuleiten. Solche

Aufgaben ſind für uns nicht lösbar; wir müſſen uns in beiden Fällen begnügen, die Hauptzüge zu begreifen oder iſolirte Einzelnheiten zu erklären.

Die Gradmeſſungen, durch welche die Form der Erde zuerſt direct ermittelt worden iſt, beruhen einfach darauf, daß man in zwei in einem Meridian liegenden Punkten, deren Entfernung von einander genau gemeſſen iſt, den Winkel mißt, welchen eine aſtronomiſch beſtimmte Linie mit der Lothlinie macht. Wäre die Erde kugelförmig, ihr Querſchnitt alſo kreisförmig, ſo müßten dieſe Winkel x bei gleichen Abſtänden der Beobachtungspunkte gleiche Differenzen zeigen. Dieſe Winkeldifferenzen wer-




den aber gegen die Pole hin in Wirklichkeit immer kleiner x', woraus folgt, daß die Krümmung abnimmt. Die Größe dieſes Abnehmens ergiebt für den Meridian der Beobachtung die beſondere Form, und ihr allgemeines Reſultat iſt eine elliptiſche, aber nicht vollkommen gleiche Form aller Meridiane, woraus wieder die Geſtalt eines nicht ganz regelmäßigen Ellipſoides oder Rotationsſphäroides für die Erde folgt.

Sie wiſſen, daß die Schnelligkeit der Pendelſchwingungen einestheils von der Länge des Pendels, anderentheils von der Stärke der Anziehung durch die Erde abhängig iſt. Die ſpecifiſche oder abſolute Schwere des Pendels, ſowie die Höhe ſeines Hubes, ſind auf die Schwingungsdauer ohne Einfluß, weil erſtere im Vergleich zur Erdmaſſe ſtets verſchwindend klein iſt; aber je kürzer der Pendel bei gleicher Erdanziehung, um ſo

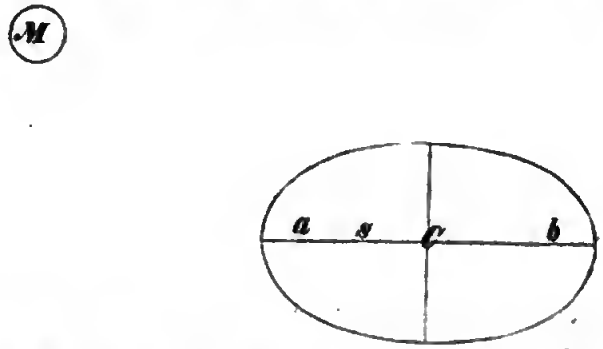
ſchneller ſchwingt er, und je geringer die Erdanziehung bei gleicher Pendellänge, um ſo langſamer ſchwingt er. Wenn man daher an einem Pendel von ganz unveränderlicher Länge in verſchiedenen Gegenden ungleich ſchnelle Schwingungen beobachtet, ſo ergiebt ſich daraus eine ungleiche Intenſität der Erdanziehung oder Schwerkraft, welche ſich durch die Schwere oder Gravitation der Körper nicht ermitteln läßt, weil, wenn man ſie auf irgend einer Wage wiegt, die Anziehung für das Gewicht ſich gerade ſo verändert, wie für den zu wiegenden Körper. Durch Wägen von Körpern die kleine örtliche Verſchiedenheit der Erdanziehung zu beſtimmen, würde nur möglich ſein, wenn man entweder im höchſten Grade genaue Federwagen beſäße, oder Wagebalken von vielen Meilen Länge herſtellen könnte, ſo daß die zu vergleichenden Gewichte in den rückſichtlich ihrer Erdanziehung zu vergleichenden Gegenden aufgehangen wären.

Das Verfahren, die Abplattung der Erde durch Pendelbeobachtungen in verſchiedenen geographiſchen Breiten zu beſtimmen, beruht nun auf dem erkannten Geſetz, daß die Intenſität der Körperanziehung (die Schwere) in einem beſtimmten Verhältniß (quadratiſch) mit der Entfernung der Schwerpunkte abnimmt. Wenn man nun, wie es wirklich der Fall iſt, nahe den Polen denſelben Pendel ſchneller ſchwingen ſieht, als am Aequator, ſo ergiebt ſich daraus, daß die Erdanziehung an den Polen ſtärker wirkt, und das iſt hauptſächlich eine Folge der Abplattung, wodurch die Erdoberfläche an den Polen dem Schwerpunkte der Erde näher liegt, als am Aequator. Durch viele Beobachtungen zwiſchen Aequator und Pol läßt ſich das Verhältniß der Schwingungszunahme und daraus die Form und Größe der Abplattung berechnen. Doch darf dabei nicht unberückſichtigt bleiben, daß auch die der Schwerkraft entgegenwirkende Centrifugalkraft wegen des immer kleineren Umkreiſes gegen die Pole hin abnimmt, wodurch ebenfalls eine ſtetige Vergrößerung der Pendelſchnelligkeit nach den Polen zu bedingt wird. Aber ſo feſt ſteht das menſchliche Erkennen einiger Weltgeſetze und ihrer Wirkungen, daß man dieſen Einfluß vollkommen zu berechnen und in Abzug zu bringen vermag. Schwieriger iſt es, die localen Störungen für die Berechnung unſchädlich zu machen. Es hat ſich nämlich aus vielen genauen

Beobachtungsreihen ergeben, daß die Schnelligkeit der Pendelschwingungen zuweilen auch an Orten, welche ganz gleichweit vom Aequator entfernt ſind, etwas variirt, was, wie man vermuthet, von ungleicher Dichtigkeit und in Folge davon ungleicher Anziehungskraft der feſten Erdkruſte in gewiſſen Tiefen herrührt. Dieſe Störungen können nur dadurch für die Berechnung unſchädlich gemacht werden, daß man durch ſehr viele Beobachtungen mittlere Reſultate für gleiche Breiten erlangt. Jedenfalls iſt es ein großer Triumph für den beobachtenden und combinirenden Geiſt des Menſchen, daß die Reſultate dieſer ſubtilen Pendelmeſſungen bereits ſehr nahe mit den durch die beiden anderen Methoden gefundenen Abplattungswerthen der Erde übereinſtimmen. Die Nothwendigkeit der Wirkung iſt dadurch feſtgeſtellt, und alles Andere, was von der Abplattung abhängt, läßt ſich, einmal ermittelt, in ſeiner Gradation mit voller Sicherheit vorher verkünden.

Es würde mir ſehr ſchwer fallen, Ihnen ganz deutlich zu machen, in welcher Weiſe auch die Bewegung des Mondes von der Abplattung der Erde abhängig iſt, und zwar ſo abhängig, daß ſich die eine aus der anderen berechnen läßt. Es ſetzt dies, um es ganz zu verſtehen, ſehr beträchtliche mathematiſche Vorkenntniſſe voraus. Um Ihnen aber eine allgemeine Idee von dieſem Zuſammenhange zu geben, erinnere ich Sie daran, daß alle Bewegungen der Himmelskörper den Geſetzen der Schwere — der gegenſeitigen Anziehung — folgen. Dieſe Anziehung wirkt im Allgemeinen von Schwerpunkt zu Schwerpunkt, bei großen Entfernungen kommt daher nur die Lage der Schwerpunkte in Rückſicht. Bei verhältnißmäßig zum Volumen kleinen Entfernungen der bewegten, gegen einander gravitirenden Körper, wie z. B. bei Erde und Mond, wirkt dagegen auch die beſondere Geſtalt der Körper, weil durch ſie zuweilen große Maſſentheile der Körper ſich nähern oder entfernen, wodurch Verrückung der relativen Gravitationsmittelpunkte in den Körpern hervorgebracht wird, ohne daß dadurch die abſoluten Schwerpunkte derſelben ſich verändern. Die beiſtehende Darſtellung des Verhaltens zwiſchen Mond und Erde wird Ihnen vielleicht, was ich ſagen will, mehr verſinnlichen, doch dürfen Sie dabei nicht vergeſſen, daß ich, um das Weſen der Sache

deutlicher zu machen, das wahre Verhältniß gänzlich übertrieben habe. Es ſei M der Schwerpunkt des Mondes, C der Mittelpunkt




und wahre Schwerpunkt der abgeplatteten Erde, ſo wird bei einer Stellung, wie die gezeichnete, die Erdhälfte a, als näher, ſtärker auf den Mond gravitiren als die b, es wird folglich der Gravitationsmittelpunkt der Erde in Beziehung auf den Mond nicht in C, ſondern etwas nach a zu, etwa bei s liegen; dieſer Umſtand hat aber, da die Mondbahn die Ebene des Erdäquators ſchräg durchſchneidet, nothwendig einen kleinen Einfluß auf erſtere, und wenn man dieſen Einfluß kennt, ſo kann man aus ihm die Form der Erde berechnen, ſo gut, als ſich umgekehrt auch aus der bekannten Form und Dichte der Erde dieſer Einfluß berechnen läßt.

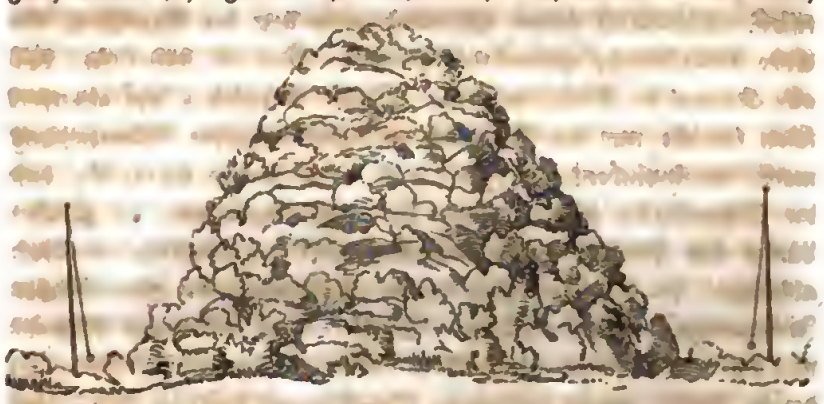
## Vierzehnter Brief.

# Dichtigkeit der Erde.

„Nachdem die Erde gemeſſen, mußte ſie gewogen werden.“
v. H.

Die ſenkrechte Stellung des ruhenden Pendels iſt, wie Sie wiſſen, eine Folge der überwiegenden Einwirkung der Anziehung der Erde (der Schwere). Jeder Körper neben einem Pendel wirkt auf daſſelbe durch ſeine Maſſe ebenfalls anzie-

hend, und folglich der Theorie nach ablenkend. Die Anziehung aller nicht sehr massenhaften Körper, wie Häuser oder Thürme, selbst kleiner Berge, ist aber gegen die der Erde so verschwindend klein, daß man ihre Wirkung selbst mit den besten Instrumenten kaum würde beobachten können. Anders verhält es sich mit großen, steil aufragenden Bergmassen. Diese wirken merkbar ablenkend auf jedes an ihrem Fuße oder Abhange aufgehängte Pendel. Diesen Umstand hat man benutzt, um die Größe der Ablenkung zu messen, welche ein solcher Berg hervorbringt, und dann aus der bekannten Masse des Berges auf die unbekannte der Erde, d. h. auf deren Gewicht oder Dichtigkeit zu schließen. Maskelyne wählte dazu in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts den Berg Shehallion in Perthshire, dessen Volumen und Dichtigkeit sich wegen seiner isolirten Lage, einfachen Form und Zusammensetzung, leicht annähernd bestimmen ließ. Auf beiden Seiten des Berges bestimmte er durch Fixsternbeobachtungen die wahre Verticallinie, und verglich damit sehr genaue Pendel, welche auf beiden Seiten nach



dem Berge hin abgelenkt wurden. Aus der bekannten Masse, dem Gewicht des Berges, und der dadurch hervorgebrachten Ablenkung der Pendel ließ sich dann das noch unbekannte Gewicht der Erde berechnen, deren Volumen bekannt ist. Durch Vergleichung von Gewicht und Volumen erhielt man das specifische Gewicht oder die Dichte (die des Wassers gleich 1 angenommen) gleich 4,713. Die sehr schwierige Rechnung wurde von Plaifair ausgeführt.

Carlini hing dagegen sein Pendel auf dem Mont Cenis

auf und verglich die Schnelligkeit seiner Schwingungen mit der in der benachbarten Ebene. Hier wirkte die Entfernung vom Sch.verpunkt der Erde kraftvermindernd, wodurch die Schwingungen langsamer werden. Aus dem Verhältniß dieser Kraftabnahme läßt sich nun ebenfalls die mittlere Dichtigkeit der Erde berechnen. Er fand sie gleich 4,837.

Cavendish, Reich und Baily endlich wendeten zu demselben Zweck die Coulomb'sche Drehwage an, ein horizon-

tales, rücksichtlich seiner Schwingungen von der Anziehung der Erde unabhängig gemachtes Pendel. Da es fest steht, daß alle Körper im Verhältniß ihrer Masse Anziehung auf einander üben (welche nur im Vergleich zur Schwere oder Erdanziehung meist verschwindend klein ist), und da es ferner sicher ist, daß die Schnelligkeit aller wahren Pendelschwingungen, bei gleicher Länge des Pendels, von der Intensität der anziehenden Kraft abhängt, so bietet die sogenannte Drehwage ein vortreffliches Instrument, um die Schwere (Masse) eines bekannten Körpers mit der der Erde zu vergleichen. Das horizontale Pendel, an dessen Enden genau bestimmte Metallkugeln befestigt sind, läßt sich durch wechselnde Näherung von anderen genau bestimmten Metallkugeln in Schwingungen versetzen, welche unabhängig von der Anziehung der Erde sind, und die Zeitdauer dieser Schwingungen steht in demselben Verhältniß zu der Schwingungszeit eines gleichlangen verticalen (gewöhnlichen Pendels), wie die Massen der einander genäherten Kugeln zur Masse der Erde. Reich und Baily erhielten dadurch sehr nahe übereinstimmend 5,44 und 5,67 als mittlere Dichtigkeit der Erde. Das ist fast genau noch einmal so viel als die mittlere Dichtigkeit

der uns bekannten festen Erdkruste beträgt. Die ganze Erde wiegt hiernach berechnet 114,256 Trill. Leipz. Centner. Es muß folglich die Erde im Innern dichter sein, als die uns bekannte Kruste; wie und wo aber die Zunahme erfolgt, ist unbekannt. Man hat, wie Sie Seite 177 des Kosmos ersehen, berechnet, daß der Druck der über einander liegenden Massen allein schon eine weit größere Dichtigkeitszunahme, als die so übereinstimmend gefundene bedingen würde, wir haben uns deshalb mit Leslie mehr nach einer Ursache für die factisch zu geringe, als zu große Dichtigkeit umzusehen, und diese dürfte allerdings in der gegen das Innere der Erde zunehmenden Temperatur zu finden sein, welche nothwendig expandirend wirken, und dadurch die Folgen des ungeheueren Druckes in etwas aufheben muß. In der Voraussetzung, daß diese Erklärung richtig sei, bietet uns hier die bekannte mittlere Dichtigkeit des Erdinnern ein Hülfsmittel, um den Temperaturgrad desselben annähernd zu bestimmen.

Sie sehen, daß alle diese Erscheinungen auf's Innigste in einander greifen, die eine bedingt die andere, das Erkennen der einen hat das der anderen zur Folge, das Gewebe der Leuchtfäden des Kosmos bildet ein vielfach verschlungenes Netz.

---

Funfzehnter Brief.

## Innere Wärme der Erde.

„Die Wärme der Wasser, welche den Bohrlöchern (artesischen Brunnen) entquellen, unmittelbare Versuche über die Temperatur des Gesteins in den Bergwerken, vor Allem aber die vulkanische Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geschmolzener Massen aus geöffneten Spalten, bezeugen die Zunahme der Wärme auf das Unwidersprechlichste für sehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdschichten." v. H.

---

Das Thatsächliche, was wir über die der Erde eigenthümliche nicht von den Sonnenstrahlen bedingte Temperatur kennen, ist, daß dieselbe gegen den Mittelpunkt hin zunimmt, und zwar in der uns erreichbaren Tiefe im Durchschnitt auf

100 Fuß etwa 1° des 100theiligen Thermometers; v. Humboldts Angabe auf 92 Fuß ein Grad, iſt etwas hoch. Ob dieſe Zunahme für alle Tiefen ſtattfindet und gleichmäßig bleibt, wiſſen wir nicht, erſteres aber wird ſehr wahrſcheinlich durch die vulkaniſche Thätigkeit, welche aus ſehr großen Tiefen geſchmolzene Steinmaſſen zu Tage fördert. Fände eine gleichmäßige Zunahme ſtatt, ſo müßten allerdings bei einer gewiſſen Tiefe alle die Subſtanzen, welche wir an der Oberfläche als feſt kennen, ſich im flüſſigen, durch Wärme aufgelöſten Zuſtande befinden, wenn auch dieſer Zuſtand wegen des die Schmelzung erſchwerenden Druckes erſt bei viel mehr als $5^2/_{10}$ Meilen Tiefe, wie v. Humboldt für den Granit berechnet, eintreten ſollte. Die feſte Erdoberfläche wäre demnach eine ſtarre Kruſte auf einem flüſſigen Kern. Dieſe Folgerung ſteht aber ſehr wohl in Uebereinſtimmung mit der oben berührten zu geringen Dichtigkeit, mit allen Erſcheinungen der vulkaniſchen Thätigkeit und mit dem geſetz- und erfahrungsmäßigen Vorgang, daß jede heiße Kugel in einer kälteren Umgebung — und als eine ſolche müſſen wir jedenfalls den Weltraum betrachten — von Außen nach Innen abkühlt, und wenn ſie durch Wärme flüſſig war, zuerſt eine erſtarrte Kruſte bildet, die durch weitere Erkaltung nach Innen immer dicker wird, wie die Eisdecke eines Teiches in kalten Tagen. Eine ſolche Kruſtenbildung gilt jedoch nur für den Fall, daß die erſtarrte Maſſe leichter iſt, als die flüſſige, wie das bei Eis und Waſſer wirklich iſt. Die meiſten anderen Stoffe ſind im feſten Zuſtande ſchwerer, als im flüſſigen; aber es läßt ſich zeigen, daß die Dichtigkeitszunahme des Erdinnern dennoch eine Kruſtenbildung, ein Obenaufſchwimmen der Kruſte, bedingt. Von den menſchlichen Begriffen von Wärme und Kälte müſſen wir bei ſolchen Betrachtungen möglichſt abſtrahiren, ſie ſind ganz relativ und nur durch den Eindruck auf unſer Gefühl bedingt. Das durch Wärme flüſſige Eiſen hat eben ſo gut ſeinen Gefrierpunkt als das Waſſer, ebenſo jedes andere Metall und jedes Geſtein; das Feſtwerden derſelben iſt kein anderer Vorgang, als das Gefrieren des Waſſers, ein Kryſtalliſiren oder Erſtarren durch Wärmeverluſt. Was wir Kälte nennen, iſt nichts Anderes als ein für organiſche Weſen empfindlicher Wärmemangel, und beſtände unſer Körper

aus metalliſchen Stoffen, ſo wie er jetzt aus Knochen, Fleiſch, Blut und anderen wäſſerigen Säften beſteht, ſo würde für unſer Leben eine dem Schmelzgrade dieſer Metalle ungefähr entſprechende Temperatur zuträglich und nöthig ſein, ſo wie jetzt die Temperatur, in welcher das Waſſer ſeinen tropfbar flüſſigen Zuſtand behält, die angemeſſenſte für uns iſt.

Nicht überſehen dürfen wir aber, daß die Beobachtungen der Geologen ein allmäliges Dickerwerden der feſten Erdkruſte andeuten, und daß die Reſultate einer fortſchreitenden Erkaltung die ganze Entwickelungsgeſchichte des Erdkörpers charakteriſiren, ſo wie ſich dieſelbe aus untergegangenen Organismen ableiten läßt.

Wenn dieſe Abkühlung eine immer langſamere und langſamere geworden iſt, und jetzt nach Furrier's geiſtreicher Berechnung faſt oder wirklich ganz aufgehört hat, ſo iſt dies eine natürliche Folge der verminderten Temperaturdifferenz zwiſchen Erdoberfläch- und Weltraum, denn jede Abkühlung erfolgt bekanntlich um ſo ſchneller, je größer die Temperaturdifferenz zwiſchen dem erwärmten und dem abkühlenden Gegenſtande iſt. Wenn die Erde nicht durch die Sonnenſtrahlen einen beſtändigen Wärmezufluß erhielte, ſo müßte die Abkühlung derſelben durch Ausſtrahlung (wenn auch noch ſo langſam) ſtets fortdauern, bis ſie ſich mit der Temperatur des Weltraumes ins Gleichgewicht geſetzt hätte; aber die Wärmezuſtrahlung durch die Sonne verhindert die Herſtellung dieſes Gleichgewichts, und gleicht vielleicht ſchon jetzt die Summe der Ausſtrahlung aus. Bezeichnend iſt es, daß der Menſch als vollkommenſtes Geſchöpf auf der Erde erſt erſchienen iſt, nachdem dieſes conſtante Gleichgewicht nahe oder völlig erreicht war: mögen wir nun dieſen Umſtand als das Reſultat eines weiſen Schöpfungsplanes, oder als eine natürliche Folge fortdauernder organiſcher Entwickelung unter für die Vervollkommnung immer günſtiger werdenden Umſtänden betrachten.

Sechzehnter Brief.

## Magnetismus der Erde.

„Was aber auch die Urſache der inneren Wärme unſeres Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten ſein mag, immer führt ſie uns in dieſem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zuſammenhang aller primitiven Erſcheinungen der Materie, durch das gemeinſame Band, welches die Moleculartkräfte umſchlingt, in das dunkle Gebiet des Magnetismus.“ v. H.

---

Der Magnetismus der Erde bringt an der Magnetnadel zwei Haupterſcheinungen und mehrere untergeordnete hervor, welche alle offenbar von derſelben Urſache ausgehen, in ihren Einzelnheiten aber mannichfach von einander abweichen. Die Haupterſcheinungen ſind eine beſtimmte Richtung der frei hängenden Nadel und eine beſtimmte Intenſität, mit welcher ſie in dieſer Richtung verharrt oder, geſtört, in ſie zurückkehrt. Die Richtung iſt gegen zwei in der Nähe der Erdpole gelegene Punkte (magnetiſche Pole) gekehrt, und zwar dergeſtalt, daß in der nördlichen Hemiſphäre die ſogenannte Nordſpitze, in der ſüdlichen die Südſpitze, ſich dem entſprechenden dieſer magnetiſchen Erdpole zukehrt. Da es ſchwierig iſt, eine Magnetnadel in ihrem Schwerpunkte ſo aufzuhängen, daß ſie ſich nach allen Richtungen ganz frei bewegen kann, ſo benutzt man zur vollſtändigen Beobachtung der erdmagnetiſchen Richtung gewöhnlich zweierlei Arten von Nadeln: eine, welche ſich in horizontaler Richtung frei bewegen kann (den ſogenannten Compaß); dieſe muß ſtets horizontal aufgeſtellt werden; und eine andere, welche ſich in verticaler Richtung frei bewegt, die Inclinationsnadel; dieſe muß ſtets der Richtung der horizontalen Nadel parallel, d. i. im magnetiſchen Meridian, aufgeſtellt werden.

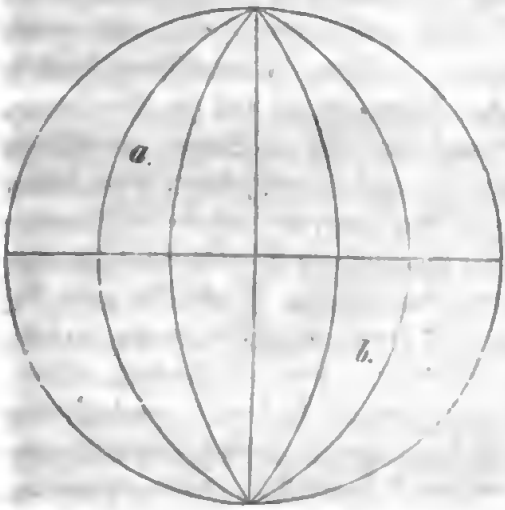
Die horizontale Nadel weiſt nun bei uns jetzt keineswegs genau gegen Nord, ſondern 17 bis 18 Grad von Nord gegen Weſt. Dieſe Abweichung vom wahren Norden nennt man die Declination; ſie zeigt ſich, wenn man in der Nähe des Aequators rings um die Erde herum Beobachtungen anſtellt, faſt

überall verschieden, aber so, daß sie zwei Mal ungefähr gleich 0 wird, und zwei Mal ein Maximum von 10 bis 20° erreicht. Doch finden diese Ab- und Zunahmen nicht ganz regelmäßig statt. Wenn man alle Orte einer Hemisphäre, in welchen gleiche Declination beobachtet wurde, durch Linien verbindet, so erhält man dadurch magnetische Meridiane, diese convergiren mit mancherlei inneren Biegungen nach beiden Seiten hin gegen die idealen magnetischen Pole, deren einer bei 70° nördlicher Breite im nördlichen Amerika, der andere bei 72° südlicher Breite zwischen Neuholland und dem Südpol liegt. Sie werden wohl thun, wenn Sie diese Linien in Berghaus' trefflichen geographischen Darstellungen der physikalischen Verhältnisse der Erde[7]) genau betrachten. Die Declination eines Ortes bleibt sich aber nicht ganz gleich, sie erleidet seculäre, tägliche (stündliche) und unregelmäßige Schwankungen. Die Gesetze der seculären Schwankungen sind wegen des zu geringen Beobachtungszeitraumes noch gar nicht näher bekannt, doch scheinen sie eine Drehung der magnetischen Pole um die geographischen in sehr großen Zeiträumen anzudeuten: 1580 ward in London eine östliche Abweichung von 11° beobachtet, 1657 war sie daselbst und 1669 in Paris gleich 0. Die täglichen Schwankungen sind sehr klein (betragen nur wenige Winkelminuten) aber sehr regelmäßig, sie scheinen vom Sonnenstande abzuhängen, und sehr merkwürdig ist es, daß in der nördlichen Hemisphäre die Nordspitze von 8½ bis 1½ Uhr einige Winkelminuten vom mittleren Stande gegen West (Nachmittag gegen Ost), in derselben Zeit aber in der südlichen Hemisphäre gegen Ost schwankt. Dazwischen liegt nach den neuesten Beobachtungen nicht, wie man früher vermuthete, eine Zone der Nichtveränderung der täglichen Abweichung, sondern nach Sabine eine Zone, in welcher vom Mai bis August die Schwankungen denen der nördlichen, vom Februar bis December denen der südlichen Hemisphäre folgen, während um die Tag- und Nachtgleichen große Unregelmäßigkeit derselben eintritt.

Die unregelmäßigen Schwankungen endlich treten besonders bei starken Nordlichtern (magnetischen Gewittern) ein, und sind zuweilen gleichzeitig über sehr große Flächenräume wahrnehmbar, während sie zuweilen nur eine beschränkte Verbreitung gezeigt haben. Aehnliche Schwankungen läßt nun auch die Inclinationsnadel wahrnehmen, deren Neigung (bei uns etwa 67°) gegen die Pole hin immer größer und zuletzt 90° wird. Am magne-

tiſchen Nordpol, deſſen Localität vom Capitain Roß beſucht wurde, iſt die Stellung der Nadel ſenkrecht. Wenn man die Orte gleicher Neigung durch Linien verbindet, ſo erhält man dadurch magnetiſche Inclinationslinien oder Parallelkreiſe, deren einer als magnetiſcher Aequator die Region ohne Neigung andeutet. Dieſe magnetiſchen Parallelkreiſe können bei der abweichenden Lage der Pole natürlich den geographiſchen nicht parallel gehen; ſonderbar iſt es aber, daß ſie auch die magnetiſchen Pole nicht genau concentriſch umgeben, und die magnetiſchen Meridiane nicht überall rechtwinklig durchſchneiden, wie man erwarten ſollte.

v. Humboldt deutet in einer Note an, wie die Erſcheinung der Inclination benutzt werden könnte, um an trüben Tagen auf Seereiſen die geographiſche Breite zu beſtimmen, was namentlich an von Nord nach Süd laufenden Küſten, wie die von Chile ſind, oft von großem Nutzen ſein würde. Eben ſo macht er darauf aufmerkſam, wie die gleichzeitigen unregelmäßigen Störungen der Nadel, gerade ſo wie die überall auf der Erde gleichzeitig ſichtbaren Planetenverfinſterungen dazu dienen können, die Länge eines Ortes zu beſtimmen. Es ſei z. B. der Meridian des Ortes a bekannt, der von b zu beſtimmen. Wenn nun in a und b eine gleichzeitige Störung der Nadel zu verſchiedenen Tagesſtunden wahrgenommen wird, ſo ergiebt ſich aus der Differenz der Tagesſtunden die geographiſche Länge des Ortes b. Setzen wir z. B. den Fall, bei Eintritt einer ſolchen überall gleichzeitigen Störung ſei es in a erſt 12 Uhr Mittags, in b aber ſchon 6 Uhr Abends, ſo ergiebt ſich daraus, da die Erde ſich alle 24 Stunden einmal um ihre Axe dreht, und 6 ein Viertheil von 24 iſt, daß b um ¼ der ganzen Umdrehung, alſo um 90° öſtlich von a liegt.



Die zweite Haupterscheinung der Nadel ist die Intensität, die Stärke der Kraft, mit welcher sie nach dem Pole gerichtet wird; man mißt sie, wie die Stärke der Erdanziehung durch gleich lange Pendel, durch die Schnelligkeit der Schwingungen derselben Nadel an verschiedenen Orten. Je schneller eine Nadel von bestimmter Länge schwingt, um so größer muß die Intensität der Anziehung sein, welche zwischen ihr und dem Pol besteht. Doch ist diese Intensität der Anziehung stets auch abhängig von der eigenen magnetischen Kraft der Nadel, weshalb eben zu den vergleichenden Versuchen stets dieselbe Nadel angewendet und in gleicher Kraft erhalten werden muß. Die Intensität nimmt ungleichförmig ab von den magnetischen Polen nach dem Aequator zu, wird aber nie völlig 0, doch auch die Kreise gleicher Intensität, die isodynamischen Linien, und ihr Aequator laufen weder mit den geographischen Parallelkreisen, noch auch mit den Inclinationslinien parallel, ja sie machen sogar sehr beträchtliche hakenförmige Biegungen, und auch die Intensität zeigt der Zeit nach örtliche Schwankungen der Ab- und Zunahme.

Woher dieser Mangel an Uebereinstimmung der magnetischen Linien rühre, ob er locale oder allgemeine Ursachen habe, ist bis jetzt nicht näher bekannt, als die Ursache des Erdmagnetismus überhaupt, für deren Wirkungsweise Gauß eine den bisherigen Beobachtungen entsprechende Theorie gegeben hat, die ich Ihnen aber leider hier nicht entwickeln kann, da sie zu viel mathematische Kenntnisse voraussetzt. Doch ist nicht zu verkennen, daß die Beugungen der magnetischen Linien einige Uebereinstimmung zeigen mit denen der Linien gleicher Wärme, auf die ich in einem späteren Briefe zurückkommen werde, während ihre Bewegungen etwas mit dem Stande der Sonne verknüpft zu sein scheinen. Die Untersuchungen von Gauß haben das Verhältniß der magnetischen Kraft einer Nadel zu der des Erdkörpers kennen gelehrt. Es ergiebt sich daraus, daß 8464 Trillionen Magnetnadeln von einem Pfunde Gewicht, deren Axen sämmtlich gleiche Richtungen besitzen, erforderlich wären, die magnetische Wirkung der Erde im äußeren Raume zu ersetzen; vertheilt man sie gleichförmig durch den ganzen Erdkörper, so erhält jeder Würfel von anderthalb Fuß Seite eine davon.

Da aber die Materie der Erde an ihrer Oberfläche, meistens ohne merkliche magnetische Wirkung, gewiß im Ganzen weit weniger magnetisirt ist, als sie sein würde, wenn jeder Würfel dieser Größe so viel Magnetismus enthielte, als die Magnetnadel von einem Pfunde; so kann man sich der Annahme nicht entziehen, daß die Magnetisirung der Erde im Inneren weit größer sein muß, als an der Oberfläche. Es kann also auch nicht, wie zuweilen behauptet worden ist, der Magnetismus der Erde sich nur an ihrer Oberfläche entwickeln.

Die drei Systeme von Linien, wodurch man die Erscheinungen des Erdmagnetismus auf Karten zu versinnlichen sucht, können nur der Ausdruck des mittleren Zustandes sein, denn als dauernde Repräsentanten der wahren Erscheinung müßte sich das ganze Netz dieser Linien in beständigem Zittern und unregelmäßigem Fortrücken befinden. Erst wenn wir uns die Darstellung in solcher Bewegung denken, kann sie einigermaßen ein richtiges Bild von dem magnetischen Zustand des Erdkörpers gewähren.

Nichts in der anorganischen Natur erinnert mehr an das Nervenleben der Organismen als dieses beständige Schwanken und Vibriren der magnetischen Wirkungen. Kein Wunder daher, daß die Naturphilosophen, welche sich am meisten von täuschenden Analogien befriedigt fühlen, diese ganze Erscheinung das Nervenleben der Erde nennen. Mag es sein, daß unserem Nervenleben und unserem Denken ähnliche Bedingungen zu Grunde liegen, immer besteht noch der große Unterschied, daß wir die Gesetze des Magnetismus schon weit besser erkannt haben, als die des Nervenlebens, und es ist sicher kein Gewinn, das besser Erkannte durch das weniger Erkannte zu erklären. Der wahre Forscher wird stets umgekehrt verfahren, den Magnetismus weiter verfolgen, und mit dessen Hülfe in Zukunft vielleicht das Nervenleben zu erklären suchen.

Uebrigens sind die eigentlichen Ursachen des Magnetismus für uns noch in tiefes Dunkel gehüllt, wie Sie das im Kosmos Seite 194 weiter erörtert finden. —

Eine ganz neue ihm verwandte Eigenschaft fast aller Körper ist seit 1846 durch den berühmten englischen Naturforscher Faraday aufgefunden. Man hat ihr den Namen Diama-

gnetismus gegeben. Sie besteht darin, daß alle nicht magnetischen Körper vom Magnet abgestoßen werden, und zwar die meisten in gewissen Richtungen stärker als in anderen, so daß sie, frei aufgehangen, durch einen Magnet in bestimmte Richtungen gebracht werden können. Dieser Diamagnetismus dehnt sich selbst auf die Gasarten und auf die Lichtflamme aus, welche letztere zwischen zwei starken Magneten etwas zusammengedrückt wird. Sie fragen vielleicht, wie kommt es, daß man diese allgemeine Eigenschaft der Körper erst im Jahr 1846 aufgefunden hat? Das liegt daran, daß die Wirkung des Diamagnetismus außerordentlich schwach ist, und nur durch sehr feine Apparate wahrgenommen werden kann, z. B. an einer Coulombischen Drehwage, deren einer Kugel man einen starken Magnetpol von der Seite her nähert. Am schwierigsten war es, die diamagnetische Wirkung an den Gasarten aufzufinden, es war nur dadurch möglich, daß manche Gasarten stärker abgestoßen werden, als andere, wodurch diese anderen scheinbar angezogen werden. Das ist ein ähnlicher, nur umgekehrter Fall, wie er bei dem Aufsteigen eines Luftballons eintritt. Das Gas im Ballon wird ebenfalls von der Erde angezogen, aber nicht so stark, als die atmosphärische Luft, und diese drängt deshalb jenen, wie das Wasser eine Luftblase, in der der Schwere entgegengesetzten Richtung aufwärts.

Den innigen Zusammenhang der Polarlichter mit den magnetischen Erscheinungen des Erdkörpers hat v. Humboldt so ausführlich besprochen, daß ich Ihnen wohl nichts mehr darüber zu sagen brauche.

## Siebzehnter Brief.

# Leuchten der Weltkörper.

„Was dem Phänomen des Polarlichtes seine größere Wichtigkeit giebt, ist die Thatsache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet, außer dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprocesses fähig zeigt.“ v. H.

---

Das den Weltraum überall durcheilende Licht geht, wie Sie wissen, von gewissen Weltkörpern, den Fixsternen oder Sonnen, aus, während andere dunkel sind und nur in reflectirtem, polarisirtem Sonnenlichte erglänzen. Aber wahrscheinlich sind die meisten nicht vollkommen dunkel, sondern constant oder periodisch strahlt auch von ihnen ein matter Lichtschein aus, der seinen Ursprung in elektrischer oder magnetischer Spannung (Polarlichter), Phosphorescenz (Meeresleuchten) oder Hitze und Verbrennung (Vulkane, Waldbrände) hat; so wahrscheinlich auch von der Erde. Bessel vermuthet, daß den Kometenschweifen außer dem reflectirten ein ähnliches eigenthümliches Licht zukomme, wie er denn überhaupt diese wunderbaren Lichtbesen mit polaren Ausströmungen verglichen hat. Auch die Feuerkugeln und Sternschnuppen erglänzen, ehe sie zur Erde fallen, in nicht erborgtem, eigenem Lichte, welches bei ihnen vielleicht durch Berührung mit dem Sauerstoff unserer Atmosphäre wesentlich erhöht wird. —

Gestatten Sie mir, daß ich über das magische Leuchten des Meeres Ihnen eine Stelle aus der lehrreichen Reise Darwin's [8]) hier mittheile.

„Während wir diese Breiten (südlich von der Mündung des Rio Plata) durchfuhren, zeigte die See in einer sehr dunkeln Nacht ein wundervolles und herrliches Schauspiel. Wir hatten einen frischen Wind, und jeder Theil der Oberfläche, den man während des Tages als Schaum sah, glühte jetzt von einem blassen Lichte. Das Schiff trieb vor seinem Bugspriet zwei Wogen flüssigen Phosphors her und in seiner Spur folgte ihm eine Milchstraße. So weit das Auge reichte, war der

Kamm jeder Welle hell, und der zurückgeworfene Glanz dieser bleichen Flammen verursachte, daß der Himmel über dem Horizonte nicht so dunkel war wie anderwärts. —

Wenn wir weiter nach Süden kommen, so ist die See selten phosphorescirend; und auf der Höhe von Cap Horn erinnere ich mich, es nur einmal so gesehen zu haben, und dann war es nicht einmal sehr glänzend. Dieses hängt wahrscheinlich davon ab, daß sich so wenige organische Wesen in diesem Theile des Oceans finden. Nach dem trefflichen Aufsatze von Ehrenberg über das Leuchten des Meeres ist es von meiner Seite fast überflüssig, etwas über den Gegenstand zu bemerken. Ich will indessen hinzufügen, daß dieselben zerrissenen und unregelmäßigen gelatinösen Körperchen, die Ehrenberg beschrieben hat, in der südlichen sowohl als in der nördlichen Hemisphäre die gewöhnliche Ursache dieser Erscheinung zu sein scheinen. Diese Körperchen waren so klein, daß sie leicht durch feine Gaze gingen; doch waren manche genau mit dem bloßen Auge sichtbar. Wenn man das Wasser in ein trübes Glas that und es bewegte, so leuchtete es; aber etwas davon in einem Uhrglase leuchtete fast niemals. Ehrenberg sagt, daß diese Körperchen einen gewissen Grad von Reizbarkeit behalten. Meine Beobachtungen, von denen einige gleich nach dem Schöpfen des Wassers angestellt wurden, gaben ein verschiedenes Resultat. Ich will auch erwähnen, daß ich das gebrauchte Netz während einer Nacht zum Theil trocken werden ließ, und als ich es zwölf Stunden später wieder gebrauchte, so fand ich, daß die ganze Oberfläche so hell leuchtete, als wie es zuerst aus dem Wasser genommen wurde. Es ist in diesem Falle unwahrscheinlich, daß die Körperchen so lange lebend geblieben seiu können. Ich ersehe noch aus meinen Notizen, daß eine Meduse von der Gattung Dianaea, die ich so lauge aufbewahrte, bis sie todt war, das Wasser, in welches sie gesetzt wurde, leuchtend machte. Wenn die Wogen mit hellen grünen Funken flimmern, so glaube ich, daß dies gewöhulich durch kleine Crustaceen bewirkt wird. Aber es erleidet keinen Zweifel, daß sehr viele andere Seethiere während ihres Lebens leuchten.

Zwei Mal sah ich die See in beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche leuchtend. Nahe der Mündung des Plata leuch-

teten einige runde und ovale Stellen, von zwei bis vier Ellen im Durchmesser, mit scharfen Umrissen und mit einem stetigen aber blassen Lichte, während das benachbarte Wasser nur einige Funken von sich gab. Die Erscheinung glich dem Widerschein des Mondes oder irgend eines anderen leuchtenden Körpers; denn die Ränder waren buchtig durch die wellenförmige Bewegung der Oberfläche. Das Schiff, welches dreizehn Fuß im Wasser ging, ging über diese Stellen, ohne sie zu stören, hinweg. Wir müssen darum annehmen, daß einige Thiere in einer größeren Tiefe als der Boden des Schiffes zusammen waren.

In der Nähe von Fernando Noronha gab das Meer ein flackerndes Licht. Es war, als wenn ein Fisch sich schnell durch eine leuchtende Flüssigkeit bewegte. Die Matrosen schrieben es auch dieser Ursache zu, wegen der Häufigkeit und Schnelligkeit der Flammen hatte ich aber damals einige Zweifel. Ich habe bereits bemerkt, daß das Leuchten weit häufiger in warmen- wie in kalten Himmelsstrichen ist. Ich dachte bisweilen, daß eine gestörte elektrische Beschaffenheit der Atmosphäre sein Hervorbringen am meisten begünstige. Ich glaube gewiß, daß die See am meisten leuchtet einige Tage, nachdem das Wetter ruhiger als gewöhnlich gewesen ist, während welcher Zeit sie von verschiedenen Thieren erfüllt war. Da ich bemerkte, daß das mit gelatinösen Körperchen erfüllte Wasser in einem unreinen Zustande ist, und das Leuchten in allen gewöhnlichen Fällen durch die Bewegung der Flüssigkeit in Berührung mit der Atmosphäre hervorgebracht wird, so war ich immer zur Annahme geneigt, daß dasselbe das Resultat der Zersetzung der organischen Körperchen sei, durch welchen Vorgang (man könnte fast versucht werden, es ein Athmen zu nennen) der Ocean gereinigt wird."

Das Leuchten ist eine sehr allgemeine Eigenschaft der niedrig organisirten Seethiere; nicht nur die danach benannten Pyrosomen leuchten, auch die Salpen, die Medusen und Würmer, ja es giebt kaum ein niederes Seethier, was nicht zuweilen phosphorescirte. In den warmen Nächten der Tropen leuchtet die See oft wie ein allgemeines Feuermeer, und schon bei Nizza (erzählt Vogt [15]) sahen wir unsere Barke hell glänzende Streifen hinter ihrem Kiele ziehen, und die Ruder, wie mit

blitzenden Sternen bedeckt, aus dem Wasser hervor tauchen. Man hat sich vielfach mit dem Leuchten des Meeres beschäftigt, und bald dieses, bald jenes mikroskopische Thierchen als allgemeinen Leuchter und Beleuchter für die ganze Wassermasse angesehen; allein statt nach vereinzelten Wesen zu suchen, welche diese Eigenschaft haben sollen, hätte man besser gethan, das Leuchten als allgemeines Gesetz für alle niederen Seethiere aufzustellen, und nur die etwaigen Ausnahmen zu verzeichnen.

Man sieht bei den Pyrosomen deutlich, daß die einzelnen Thierchen es sind, durch deren Eingeweide sich allmälig das Licht fortpflanzt, und vielleicht mag die Erscheinung von dem Willen der einzelnen Thierchen abhängig sein. Alle diese Lichterscheinungen werden aber verstärkt oder hervorgerufen durch Berührung und Mißhandlung der Thiere, und wie es scheint, ist es theilweise die Bewegung, welche auf solche Reize einzutreten pflegt, die die Entwickelung des Lichtes bedingt. Das Licht aller Leuchtthiere ist indessen sehr wenig intensiv, und deshalb schon bei gewöhnlichem Kerzenlichte nicht mehr wahrnehmbar.

Offenbar steht das Leuchten mit gewissen Lebenserscheinungen in nächster Beziehung. Die abgestorbenen zersetzten Theile leuchten zwar auch eine Zeit lang, allein die Farbe des Lichtes ist eine ganz andere als an dem lebenden Thiere, und läßt sich auf den ersten Blick sehr leicht unterscheiden. Im Uebrigen wissen wir durchaus nicht, wie das Leuchten zu Stande kommt, und auf welchen Eigenschaften der organischen Materie es beruht. Auch die Versuche an italienischen Leuchtkäfern, welche wie unsere Johanniswürmchen, nur weit stärker leuchten, haben zu gar keinen Resultaten geführt.

Alle diese irdischen Lichtprocesse sind aber unstreitig gegen das Licht der Sonne als verschwindend klein zu betrachten, und schon vom Monde aus würde man sie schwerlich wahrnehmen können, zumal da die Nachtseite der Erde immer nur von der Tagseite des Mondes gesehen wird.

Achtzehnter Brief.

## Vulkaniſche Thätigkeit.

„Die vulkaniſche Thätigkeit iſt die Reaction des Innern eines Planeten auf ſeine äußere Rinde und Oberfläche.“ v. H.

---

Die alten Griechen gaben den feuerſpeienden Bergen, welche theils in Gruppen, theils in langen Reihen über den Erdkörper vertheilt ſind, mit ihrer Alles belebenden Phantaſie eine poetiſche Deutung, ſie waren ihnen die Feueressen der Werkſtätte des Hephäſtos (Vulkan). Bringen wir das Phantaſtiſche von dieſer Deutung in Abzug, ſo ſcheint ſie auf einer beſſeren Erkenntniß der Sache zu beruhen, als viele der unglücklichen Erklärungen, welche im vorigen Jahrhundert verſucht worden ſind, wo man die Vulkane für das Reſultat brennender Kohlenlager, für das Product ſich zerſetzender Schwefelkieslager und dergleichen hielt. Als S. H. Davy 1807 gefunden hatte, daß alle ſogenannten Erden, die man bis dahin als einfache Körper betrachtete und deshalb Elemente nannte, als Oxyde gewiſſer Metalle zu betrachten ſind, und daß bei der Verbindung dieſer Metalle mit Sauerſtoff (bei ihrer Oxydation) gewöhnlich ſtarke Wärme- und Lichtentwickelung ſtattfindet: da glaubte man durch dieſe höchſt wichtige Entdeckung auch die Erklärung der Vulkane gefunden zu haben. Man hielt ſie nämlich für das Reſultat des fortdauernden Oxydationsproceſſes eines metalliſchen Erdkernes, ſowie man dann die ganze feſte Erdkruſte als das Product ſolcher von Außen nach Innen fortſchreitenden Oxydation betrachten zu können glaubte. Davy ſelbſt hat ſpäter die Unhaltbarkeit ſolcher Erklärung erkannt und jetzt gehört ſie wie jene anderen erwähnten nur noch der Geſchichte der Wiſſenſchaft an.

Die neuere Zeit, welche ſich mit einſeitigen Erklärungen nicht begnügt, ſondern ein Zuſammenſtimmen aller Umſtände fordert, iſt für dieſe großartige Naturerſcheinung — die vulkaniſche Thätigkeit — welche v. Humboldt ſehr treffend als Reaction des Erdinnern gegen die Oberfläche bezeichnet, zu einer

allgemeineren Ansicht gelangt, welche mit den merkwürdigen Temperaturverhältnissen des Erdkörpers, seiner Dichtigkeit, seiner Form, seinem inneren Bau und seiner wahrscheinlichen Entwickelungsgeschichte in vollem Einklang steht, dabei aber in der That an das unterirdische Feuer Vulkans mahnt.

So haben wir auch hier ein Beispiel, wie der menschliche Geist von einer rein ahnungsvollen poetischen Naturanschauung durch sophistische einseitige Spitzfindigkeiten zu einer einfachen umfassenden, wenn auch noch nicht vollendeten, aber auf Thatsachen gestützten Theorie gelangt ist.

Sie erinnern sich wohl, daß wir aus der Form des Erdkörpers, auf einen meist heißflüssigen Zustand seiner ganzen Masse, aus der Temperaturzunahme gegen das Innere, auf eine noch nicht vollendete Erstarrung, d. h. auf ein heißflüssiges Inneres, aus der factischen Dichtigkeit, auf eine innere Expansion durch Wärme u. s. w. schlossen. Eben so läßt die Vertheilung und Reihenfolge der fossilen Organismen auf eine beständige Temperaturabnahme durch alle geologische Epochen hindurch, und der innere Bau der festen Kruste auf eine Zunahme ihrer Dicke, sowie auf eine damit stets modificirte vulkanische Thätigkeit seit den ältesten Zeiten der Erdbildung schließen.

Nehmen wir nun aus allen diesen Gründen an, daß unter einer festen Kruste von nicht genau bestimmbarer und nicht überall ganz gleicher Dicke, deren Grenzen zwischen 5 und 20 Meilen liegen mögen, die Erdmasse sich noch jetzt in heißflüssigem Zustand befinde, so erklären sich die Erscheinungen der vulkanischen Thätigkeit ziemlich einfach. Die Attraction von Sonne und Mond, welche im Wassermeer Ebbe und Fluth bewirken; nicht ganz gleichförmige Vertheilung der Wärme und der das Erdinnere zusammensetzenden Substanzen; Entwickelung von Gasarten durch Zutritt von Wasser oder durch Entbindung aus dem flüssigen Material selbst; die gegen Innen gekehrten Unebenheiten der festen Kruste und früher wohl auch die Contraction der Rinde durch fortschreitende Abkühlung, mußten, und müssen noch, constante Strömungen und unregelmäßige Bewegungen an der Oberfläche des flüssigen Erdkerns hervorbringen, welche je nach den besonderen Umständen und Ursachen mehr oder weniger local sind. Wo durch solche Strömungen die feste Kruste

fortdauernd und in großer Ausdehnung ihrer flüssigen Unterlage beraubt wird, da können langsame Senkungen großer Landstriche oder Theile des Meeresbodens (Senkungsfelder, Südsee, Grönland, Neufundland) bedingt werden, während ein beständiges Zuströmen nach anderen Regionen hin ein ebenso beständiges Erheben des Landes wie in Scandinavien zu bewirken vermag. Diese seculären Bewegungen des Bodens können so langsam erfolgen, daß sie, wie in Schweden und in der Südsee (durch gehobene Korallenriffe), nur mühsam und nur nach großen Zeiträumen beobachtbar sind.

Andere Fluthungen oder Gleichgewichtsstörungen in dem noch nicht erstarrten Erdkerne und namentlich solche, welche mit Gasentwickelungen verbunden sind, können dagegen heftige Erschütterungen, Erdbeben, plötzliche Niveauänderungen und endlich als Letztes: Ausstoßen der Gase und Hervorpressen heißflüssiger Erdmassen (vulkanische Eruptionen) hervorbringen. Wo etwa die Erdkruste besonders dünn oder sehr zerspalten ist, oder wo andere Umstände eine häufige Wiederkehr der bedingenden Ursachen hervorbringen, da werden an der Oberfläche Gruppen oder Reihen von Vulkanen und häufige Erdbeben die Folge davon sein.

Eine falsche Idee über die Natur der Vulkane erweckt bei Vielen die Bezeichnung feuerspeiender Berg. Von Feuer kann im Innern eines solchen Berges kaum die Rede sein, aufflammende Verbrennung von Gasarten erfolgt erst dann, wenn diese die Atmosphäre erreichen. Im tiefen Innern der Erde fehlt zur Verbrennung der nöthige Sauerstoff, da kann nur ein hoher Temperaturgrad, roth- oder weißglühender oder heißflüssiger Zustand gedacht werden, nicht aber das, was wir Feuer nennen. Ist daher die Ansicht der Geologen richtig, und die Erde im Innern heißflüssig, so darf man, um Mißverständnisse zu vermeiden, doch nie von innerem Feuer reden.

Erlauben Sie, daß ich unter den vielen vulkanischen Eruptionen, welche beschrieben worden sind, eine hervorhebe, die als ein gutes Beispiel dienen wird: es ist die anziehende Schilderung, welche Fr. Hoffmann[9]) von der Entstehung der Insel Ferdinandea entworfen hat.

Etwa 8 Meilen von Sciacca an der sicilischen Küste entfernt, erschien im Jahre 1831 mitten im Meere eine neue vul-

kanische Insel. Ihrer Erscheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht sehr bedeutende Erdstöße, welche 5 Tage lang, vom 28. Juni bis zum 2. Juli, die Bewohner von Sciacca in Schrecken setzten. Man ahnte damals durchaus nicht die Bedeutung dieser Erdstöße; nach dem letzten derselben begann indeß wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverlässigen Angaben etwa 600 bis 700 Fuß tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorüberseglendes Schiff wahrgenommen worden; man beschrieb dieselbe wie das Erheben einer großen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa 10 Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von 80 bis 90 Fuß erreichte. Sie sank dann nieder und wiederholte sich auf derselben Stelle in unregelmäßigen Zeitabständen von 15, 22 bis 30 Minuten, während sich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war sehr groß; viele todte Fische schwammen umher.

An der Küste von Sicilien sah man am Morgen des 12. Juli zuerst eine große Menge kleiner fein poröser Schlackenstückchen umherschwimmen, welche ein frischer Südwestwind herbeitrieb. Man roch gleichzeitig auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgas-Geruch. Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizonte eine hoch aufsteigende Rauchsäule und am Abend eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln ließ, daß ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Von Zeit zu Zeit hörte man ein donnerähnliches Getöse herübertönen.

Friedrich Hoffmann, welcher, damals gerade in Sicilien anwesend, sich am 24. Juli der Eruption zur See bis auf eine Viertelstunde näherte, und dem wir schon das Obige entlehnten, beschreibt die ganze Erscheinung ferner wie folgt: Wir sahen deutlich, daß die hervorgetretene noch flache schwarze Insel den Rand eines kleinen Kraters von etwa 600 Fuß im Durchmesser bildete, welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war und sich dadurch sichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Massen sich regelmäßig

und nur durch die Windrichtung modificirt um ihn aufschütteten. Aus der Mündung dieses Kraters stiegen zunächst ununterbrochen und mit großer Heftigkeit, doch geräuschlos, große Ballen von schneeweißen Dämpfen auf. Sich an einander kettend und einander durchrollend, bildeten dieselben eine besonders im Sonnenscheine überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über das Meer wir mit Wahrscheinlichkeit auf 2000 Fuß schätzten. Durch diese geräuschlos stets emporwirbelnde Rauchsäule schossen dann und wann schnell vorübergehend schwarze Schlakkenwürfe, welche die Dampfwolken mannichfach durcheinander rollten; das Prachtvollste der ganzen Erscheinung zeigte sich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Ausbrüchen schwarzer Schlacken-, Sand- und Aschenmassen. Unmittelbar unter und neben der weißen Rauchsäule erhob sich dann furchtbar drohend oft bis zu 600 Fuß hoch und darüber eine dichte schwarze Rauchsäule, welche an ihren oberen Enden sich garbenförmig ausbreitete. In derselben war ein ununterbrochenes heftiges Arbeiten der stets von Neuem wieder hervorgeschleuderten Sand-, Aschen- und Steinmassen bemerkbar, welche zu Tausenden an ihrem Umfange rings umherflogen und herabstürzten. Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, und es entstanden dadurch merkwürdig strahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüschel von dunkler Farbe, oder wie Cypressenzweige, welche einen unbeschreiblich schönen Anblick gewährten. Während der ganzen Dauer dieses drohenden Phänomens zischte das Meer von den zahlreichen in dasselbe niederfallenden, offenbar stark erhitzten Sand- und Aschenmassen; weiße Dampfwolken stiegen rings aus demselben empor und entzogen bald die Insel unseren Blicken. Inzwischen ließ sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft aneinander schlagenden Steine und ein Rauschen wie das eines niederfallenden Hagelschauers oder heftigen Regengusses vernehmen. Keine Flammen fuhren aus dem Krater und kein Leuchten war in demselben erkennbar, dagegen sah man in den Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine große Zahl von oft hell leuchtenden Blitzen durch die schwarze Aschensäule hin und her zucken, und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter

und lange anhaltender Donner, welcher, von fernher gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöſe zu ſein ſchien. So dauerte dieſe majeſtätiſche Erſcheinung wechſelnd oft nur 8—10 Minuten und ſelbſt bis nahe an eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verſchwand ſie, und es trat eine minder lange Periode der Ruhe ein, während welcher nur das Ausſtoßen der Dampfballen fortdauerte.

Dieſe Reihenfolge von Ausbrüchen ſchüttete die neue Inſel, welche man unter Anderem mit dem Namen Ferdinandea belegte, in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fuß über dem Meere und bis zu dem Umfange von einer Viertelſtunde auf, und nachdem ſie immer ſchwächer und ſchwächer geworden waren, endigten ſie am 12. Auguſt, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Inſel konnte nun gefahrlos betreten und von den Engländern in Beſitz genommen werden; doch übten die Wellen des Meeres an den überall frei aus ihnen hervorragenden lockeren Sand- und Schlackenbergen ſo wirkſam und ſichtlich ihre zerſtörende Kraft, daß ſchon im December desſelben Jahres nichts mehr von der Inſel zu ſehen war. Später blieb nicht einmal eine die Schifffahrt ſtörende Sandbank zurück, obwohl am 16. Mai 1833 an derſelben Stelle neue, aber ſpurlos vorübergegangene Ausbrüche begonnen haben ſollen.

Dieſe anziehende Schilderung Friedrich Hoffmann's ſchien ganz geeignet, ein Miniaturbild von den zuweilen ungleich großartigeren Ausbrüchen der italieniſchen Vulkane zu geben, welche oft genug in Lehrbüchern und Zeitſchriften beſchrieben worden ſind. Bei ihnen ſteigt die Auswurfsgarbe manchmal zu weit beträchtlicheren Höhen und iſt mit lebhafteren Feuererſcheinungen verbunden. Die feurige Garbe des Veſuvs ſoll 1775 über 3000 Fuß Höhe erreicht, und der Aetna ſoll zuweilen Steine bis zu 6600 Fuß Höhe geſchleudert haben. Ein anderer weſentlicher Unterſchied der geſchilderten kleinen Eruption beruht in dem Mangel einer Lavaergießung. Hätte eine ſolche auf dem neuen Inſelvulkane ſtattgefunden, ſo würde er dadurch wahrſcheinlich vor dem gänzlichen Wegſpülen durch Meereswogen geſchützt worden ſein. Ferdinandea ſcheint, wie die im Jahre 1783 an der Küſte Islands für kurze Zeit ſichtbare Inſel, eine von den nicht durch Erhebung des Bodens, ſondern

nur durch Anhäufung vulkaniſcher Auswürflinge entſtandenen Inſeln geweſen zu ſein; deshalb kann ſie nicht mit jenen wahren Erhebungsinſeln verglichen werden, die ebenfalls durch vulkaniſche Thätigkeit in hiſtoriſcher Zeit emportraten, aber aus älteren, zuweilen nicht einmal vulkaniſchen Geſteinen beſtehen. Solche dauernde neue Inſeln ſind z. B. in dem Golf von Santorin und in der Nähe der ebenfalls vulkaniſchen Inſel Umnak (zu den Aleuten gehörig) bekannt.

Auf den phyſikaliſchen Karten von Berghaus, die wie geſagt überhaupt zur ſchnellen Ueberſicht aller natürlichen Verhältniſſe der Erdoberfläche nicht genug zu empfehlen ſind, können Sie außer den Vulkan-Gürteln und Gruppen (Reihen- und Centralvulkanen) die beobachtete Verbreitung der Erſchütterung vieler Erdbeben ſinnreich dargeſtellt finden. Sie werden da ſehen, wie die zuweilen ganze Welttheile umfaſſenden Erſchütterungsgebiete ſich der Kreis- oder Ellipſenform nähern, deren Regelmäßigkeit auf den Karten zum Theil allerdings nur Folge der Darſtellung iſt. So große Gebiete, die von einem Welttheile zum anderen reichen, können unmöglich von Urſachen, die der Oberfläche nahe liegen, erſchüttert werden, ſie nöthigen, auf einen tiefen Sitz der vulkaniſchen Thätigkeit zu ſchließen. Nur der angenommene heißflüſſige Zuſtand des Erdinneren, keine andere der bisherigen Theorien, genügt zu ihrer Erklärung.

Sie werden aus Berghaus' Karten zugleich erſehen, daß es vorzugsweiſe gewiſſe Gegenden der Erde ſind, welche häufig von Erdbeben heimgeſucht werden, während andere, wie unſer geſegnetes Deutſchland, faſt frei davon ſind. Aber in den großen Zeiträumen geologiſcher Entwickelung hat die vulkaniſche Thätigkeit vielfach ihren Sitz gewechſelt, ſo daß man faſt überall, wenigſtens in allen Gebirgsgegenden, Spuren derſelben vorfindet. Die jetzt häufig erſchütterten Gegenden ſind zugleich dieſelben, in welchen Berge Feuer ſpeien und auch dadurch die Reaction des Erdinneren auf die Oberfläche verkünden. Der urſachliche Zuſammenhang beider Naturphänomene wird hierdurch, ſowie durch das ſehr gewöhnliche hiſtoriſche Zuſammentreffen der Erdbeben und Eruptionen um ſo ſicherer. — Ich beſchreibe Ihnen kein Erdbeben, da Sie in Reiſewerken und Zeitungen oft genug Berichte darüber geleſen haben werden.

Mit wenigen Worten will ich Sie hier aber noch auf den wesentlichen Unterschied aufmerksam machen, der zwischen sogenannten Erhebungskratern und Aufschüttungs- oder Auswurfskratern stattfindet. Denken Sie sich, daß die vorhandene feste Erdkruste an irgend einer Stelle durch vulkanische Thätigkeit stark erhoben werde, so muß dadurch eine Zerspaltung und Anschwellung des Bodens, ein Berg entstehen; wenn nun aber nachher die erhebende Ursache verschwindet und unter dem Berge ein hohler Raum entsteht, so wird, wenn das erhobene Krustengewölbe nicht ausgefüllt, so groß oder so zerspalten ist, daß es sich nicht selbst tragen kann, der Gipfel mit einem mehr oder weniger großen Theile des Berges in den hohlen Raum hinabstürzen und nur ein mehr oder weniger kreisförmiger, gehobener Rand stehen bleiben. Diesen nennt man dann einen Erhebungskrater. Oder vielmehr man erklärt die Entstehung vieler solcher kreisförmiger Bergwälle, die sich namentlich in vulkanischen Gegenden finden, durch einen solchen Vorgang, der allerdings ganz im Großen noch nicht beobachtet worden ist. Viele Vulkane sind von dergleichen kreisförmigen Wällen concentrisch umgeben, wie der Vesuv von der Somma, der Pic von Teneriffa von der Cahorra, oder sie liegen in deren Rändern, so der Vesuv mit der Somma in dem Raude des großen Erhebungskraters, dessen Einsturz den schönen Golf von Neapel hervorgebracht hat. Die Inseln Santorin, Palma und Gran Canaria gehören zu den berühmtesten Beispielen solcher Erhebungskrater; die erstere verdankt diesem Umstande ihren kreisförmigen Hafen. Auch die kreisförmigen Mondgebirge hat man mit den Erhebungskratern der Erde verglichen. Aufschüttungs- oder Auswurfskrater pflegt man dagegen diejenigen kreisförmigen Wälle zu nennen, welche um vulkanische Oeffnungen herum durch Aufhäufung der ausgeworfenen Schlacken- und Aschenmassen, sowie durch Erstarrung der ausfließenden Lava entstehen. Daß auf diese Weise ziemlich beträchtliche Kegel mit trichterförmigen Oeffnungen (Kratern) aufgebaut werden, ist mehrfach beobachtet worden, doch wird es von vielen Geologen in Zweifel gezogen, daß dadurch allein jemals Berge wie der Aetna, oder auch nur wie der Vesuv, entstehen konnten. Auf die Entstehung kegelförmiger Hügel

durch successive Anhäufung um eine Oeffnung herum, wie sie der Bergmann in seinen Halden, der Maulwurf in seinen Hügeln künstlich darstellt, werde ich in dem zwanzigsten Briefe nochmals zurückkommen.

## Neunzehnter Brief.

## Gasquellen.

„Unter ganz ähnlichen physischen Verhältnissen steigen aus dem Schooße der Erde hervor: Luftarten, tropfbare Flüssigkeiten, Schlamm, und durch den Ausbruchskegel der Vulkane, welche selbst nur eine Art intermittirender Quellen sind, geschmolzene Erden." v. H.

Sie fragen mit Recht nach dem Ursprunge der gasförmigen Ausströmungen aus dem Erdinnern. Wo, wie und wodurch werden Wasserdampf, Kohlensäure, gekohltes Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Schwefeldampf, schweflige und Hydrochlorsäure im Innern der Erde entwickelt und durch Spalten ausgetrieben? Die Antwort hierauf ist im Allgemeinen sehr einfach: durch den Proceß, welchen die Chemiker Destillation nennen, und welcher durch Wärme (Erdwärme) vermittelt wird. Wo die Innenwärme der Erde besonders energisch gegen die Oberfläche wirkt, wie man dies in vulkanischen Gegenden voraussetzen muß, da sind deshalb auch die Dampf- und Gasquellen am häufigsten zu finden. Nicht so leicht ist es dagegen, die einzelnen Erscheinungen zu deuten und auf ihren Ursprung zurückzuführen.

Wasser dringt vielfach durch Spalten in das Innere der Erde ein; gelangt es dabei in sehr große Tiefen, so wird die nothwendige Folge davon stets seine Umwandlung in Dampf sein. Der Dampf steigt dann durch alle möglichen Wege zur Oberfläche hervor; unterwegs wird sich ein großer Theil desselben an den kälteren Gesteinswänden niederschlagen, wenn er aber mit großer Energie durchgepreßt wird, oder wenn diese

Wände nach und nach durch den Dampf selbst eine erhöhte Temperatur angenommen haben, so kann er bis zur Ausströmung in die Atmosphäre gelangen.

Zu den häufigsten Gasquellen gehören die der Kohlensäure. G. Bischoff, der sich sehr viel mit ihrer Untersuchung beschäftigt hat, ist der Meinung, daß sie durch unterirdische Zersetzung von kohlensäurehaltigen Mineralien, namentlich des Kalksteines, entstehen. In jedem Kalkofen wird durch künstliches Feuer ein ähnlicher Proceß eingeleitet, die Kohlensäure entweicht und Aetzkalk bleibt zurück. Die Kohlensäure kann aber aus dem Kalksteine nicht blos durch Wärme, sondern auch durch andere Säuren, welche mit der Kalkerde näher verwandt sind als Kohlensäure, z. B. durch Schwefelsäure, ausgetrieben werden; in diesem Falle bleibt dann schwefelsaurer Kalk, d. i. Gyps, zurück.

Gekohltes Wasserstoffgas erzeugen wir künstlich durch Glühen von Steinkohlen, um unsere Städte damit zu beleuchten. Die Natur scheint diesen Proceß seit Jahrtausenden im Großen auszuführen. Tief liegende Kohlenlager erleiden durch Erdwärme eine fortdauernde langsame Verkokfung, die Resultate derselben sind Ausströmungen von brennbarem Kohlenwasserstoffgas, Bitumen (Erdöl und Asphalt) und, als in ursprünglicher Lage verbleibend, Anthrazit oder Graphit. So erklären sich gleichzeitig die Anthrazit- und Graphitlager, das Bitumen der Erde und die brennbaren Gasquellen.

Schwefellager oder sich zersetzende Schwefelmetalle können in ähnlicher Weise die Ursache der Ausströmungen von Schwefelwasserstoffgas, Schwefeldampf, oder schwefliger Säure werden, und Zersetzungen von Meerwasser die von Hydrochlorsäure-Ausströmungen. Für den einzelnen Fall aber ist es oft sehr schwierig, die näheren Bildungsumstände zu bezeichnen.

Wenn wirklich die ganze Erde einst heißflüssig war, und durch langsame Abkühlung in den Zustand kam, in welchem sie sich befindet, wie die Geologen vermuthen, so mußte es eine Zeit geben, wo zwar schon eine feste Oberfläche vorhanden und auf ihr Sauerstoff und Wasserstoff unter hohem Atmosphärendruck zu Wasser zusammengetreten, die allgemeine Temperatur aber noch so hoch war, daß die Atmosphäre eine Menge Stoffe gasförmig enthielt, die erst nach und nach fest wurden. Dahin

gehören besonders Wasserdämpfe und Kohlensäure. Eine solche Atmosphäre machte höheres Thierleben (durch Lungen athmende Thiere) unmöglich, war dagegen einer üppigen Vegetation außerordentlich günstig, deren Reste wir in den alten Kohlenlagern angehäuft finden, worin denn zugleich ein großer Theil des früher als Kohlensäure gasförmigen Kohlenstoffes fest geworden ist, während ein anderer Theil sich in den neptunisch oder organisch durch Korallen und Muschelschalen abgelagerten Kalksteinen vorfindet. Diese bestehen nämlich aus kohlensaurer Kalkerde, und es ist kaum denkbar, daß ihre Kohlensäure ursprünglich mit dem Calcium der Erde verbunden war. Außer der besonderen Zusammensetzung der Atmosphäre mußte auch noch die gleichförmigere und hohe Temperatur einer tropischen Flora sehr günstig sein, deren baumförmige Farren, Lycopodien und Equisetaceen in der Kohlenformation begraben liegen.

## Zwanzigster Brief.

## Geyser.

Da der Kosmos die interessante und lange falsch beurtheilte Erscheinung der Geyser nicht näher berührt, so glaube ich um so mehr, Ihnen einige Mittheilungen darüber schuldig zu sein, um dadurch die Betrachtungen über die Quellen in etwas zu ergänzen. Die Geyser (oder Geisire) sind, wie Sie wissen werden, heiße intermittirende Quellen, welche aus kegelförmigen Mündungen in mehr oder weniger regelmäßigen Perioden heiße Wasser- und Dampfmassen ausschleudern, während dazwischen Perioden der Ruhe liegen. Die Geyser gehören zu den merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten Islands, und ich kann mir es nicht versagen, v. Leonhardt's [14]) treffliche Beschreibung derselben hier einzuschalten:

„Die Beschaffenheit des Quellwassers, namentlich dessen Temperatur, zeigt sich auf Island sehr verschieden, und eben

so ungleich werden andere Eigenschaften der Quellen gefunden. Einige Quellen sind nur lauwarm, andere siedend heiß; diese fließen ruhig, sie lassen nie Aufwallungen wahrnehmen; jene dagegen sprudeln empor, kochen fortwährend auf, und manche, denen nur periodisch solche Erscheinungen eigen, bilden selbst mehr oder weniger beträchtliche Fontainen. In der Sprache Eingeborener heißen letztere Quellen Huerer oder Geyser, die ersteren aber, die ruhig fließenden, Laugar. Zum Theil bleiben die Quellen nicht unbenutzt. Anwohnende kochen ihr Essen darin; sie hängen Kessel mit Fleisch in kaltem Wasser hinein. Andere Quellen dienen als Bäder und wurden schon seit früher Zeit — denn einige kennt man seit dem 13. Jahrhundert —, des bequemeren Gebrauchs halber, mit Mauern umfaßt, auch in der Runde mit Sitzen versehen. In einer dieser Quellen, im Borgafjords-Syssel wurden im Jahre 1000, bei Einführung des Christenthums, die ersten Westländer getauft; heutigen Tages noch steht jene Quelle in großem Ansehen.

So weit unsere Nachrichten über die Insel zurückreichen, findet man auch der Geyser gedacht. Ein altes isländisches Werk aus dem zwölften Jahrhundert bezeichnete sie als „Kessel, in welchen der Teufel die Verdammten kocht." Nicht fern von Skalholt, etwa eine Meile gegen Nordwest, und ungefähr sechs geographische Meilen nordostwärts vom Hekla, trifft man diese überaus herrlichen Schauspiele, welche die Bewunderung aller Reisenden erwecken. Sie finden sich im Haukedal, einem flachen Thale, das durch eine ungefähr 700 Fuß hohe Felsenreihe umschlossen wird, bestehend aus übereinander gereihten Lagern von Tuffen, von Schlackenströmen und Schlackenconglomeraten. Die Thalsohle besteht aus sumpfigem Wiesengrunde.

An empor wirbelnden, in die Luft sich wälzenden Dampfwolken, nicht selten auch an mächtigen, hoch aufwärts steigenden Schaumsäulen, sind die Geyser schon aus ansehnlicher Ferne zu erkennen. Zahlreiche Quellen — es sollen deren bei 50 sein, und fast jede besitzt ihre besonderen Eigenthümlichkeiten — finden sich einzeln oder in Gruppen beisammenliegend. Einige stoßen blos Wasser aus, anderen entströmen mit dem Wasser zugleich mehr oder weniger gewaltige Dampfmengen, noch andere ent-

halten kein oder nur wenig schlammiges Wasser, aber es entströmen ihnen heiße Gase. Während besonders heftiger Erdbeben zeigten alle Springquellen fast ununterbrochene Thätigkeit, auch brachen hin und wieder neue hervor, um später wieder zu verschwinden. Von einigen, die in früheren Zeiten ihr Wasser mit ungemeiner Stärke und hoch emporgeworfen, weiß man, daß sie nach heftigen Erdbeben allmälig versiegten, andere dagegen erlangten erst Bedeutung in Folge solcher Katastrophen.

Der berühmte große Geyser — das Wort stammt vom Isländischen „geysa“ oder „giosa“, was so viel sagen will als „wüthen, mit Ungestüm hervorbrechen“ — hat seinen Sitz ungefähr in der Mitte jener Quellen, von denen wir soeben sprachen. Ein Hügel, ein kreisförmiger Wall, etwa 30 Fuß hoch und von 200 Fuß Durchmesser, umgiebt ihn; es ist dies ein Gebilde, aus Bodensätzen der Quelle entstanden und, wie begreiflich, öfterem Gestaltenwechsel unterworfen. In unmittelbarer Nähe finden sich einige ärmliche Hütten Eingeborener.

Auf dem Gipfel des Hügels, der sich nicht bedeutend über die ebene Thalsohle erhebt, von ihm umschlossen und eingefaßt, trifft man ein sanft abfallendes Becken, etwa 60 Fuß im Durchmesser und 7—8 Fuß tief. Inmitten des Bodens ist eine cylindrische, schachtähnliche Röhre, ein Schlund, oben 10 Fuß weit, abwärts sich verengend und, wie das hinuntergesenkte Bleiloth ergab, 70 Fuß tief. Die glatten Wände der Röhre bestehen ebenfalls aus kieseligen Incrustationen. Unmittelbar vor Ausbrüchen pflegt das Wasser in der Röhre sich immer mehr und mehr zu erheben und endlich ins Becken überzufließen; dies ist gewöhnlich das sicherste Zeichen einer nahen Katastrophe. Allein mitunter sinkt auch das Wasser wieder nach und nach, bis endlich das Becken vollkommen trocken wird, ohne daß eine Eruption erfolgt.

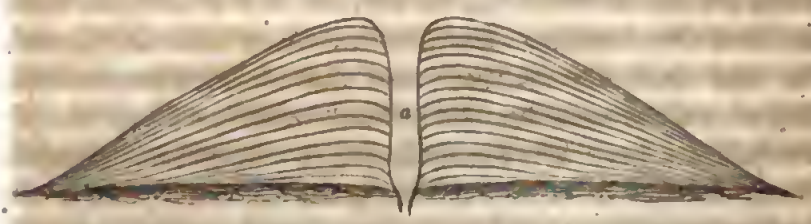
Von den Eigenschaften des Geyserwassers berichten manche Reisende gar seltsame Dinge; Mährchen, welche nicht verdienen wiederholt zu werden. Es hat — eine Folge aus sehr großen Tiefen ausströmender erhitzter und dasselbe durchdringender Dampfmassen — unmittelbar nach Eruptionen Siedehitze; wie denn solche heiße Quellen in der Regel nur da hervorzubrechen scheinen, wo vulkanische Feuer bis nahe an die Erdoberfläche

gerückt sind. Das Wasser ist vollkommen klar und läßt sich, gehörig abgekühlt, trinken; man kann es Jahre lang in Flaschen bewahren, ohne daß sich irgend ein Niederschlag zeigt; Chemiker fanden darin: Kieselerde, Thonerde und einige Natronsalze, namentlich kohlensaures Natron.

Im Ruhezustande, wenn nicht die geringste Thätigkeit wahrzunehmen, erweckt der Geyser die nämlichen Gefühle, womit man an den Kraterrand eines schlummernden Vulkans tritt. Bedeutende Ausbrüche, auf welche Reisende oft Tage lang warten müssen, gewähren einen wunderbar entzückenden Anblick, das prachtvollste, reizendste Schauspiel. Nirgends bietet die Natur Etwas, das jenen Erscheinungen gleichkäme, und noch weniger gelang es der Kunst, Anlagen zu schaffen, welche sich damit messen könnten; denn was auf der Wilhelmshöhe bei Kassel zu sehen und in den gepriesenen Gärten von Versailles, steht dem Geyser sehr nach. Mit gewaltiger Kraft, von unterirdischem Getöse, dumpfem Brüllen oder Donnern, richtiger den Ausströmungen aus dem Kessel einer Dampfmaschine vergleichbar, begleitet, und indem der Boden erzittert, so daß der Beckenrand zu bersten droht, bricht die volle, acht Fuß starke Wassersäule mit den glänzendsten Farben, mit dem reinsten Schaume hervor. Sie steigt, sie schießt pfeilschnell, und die vielartigsten Gestalten sich aneignend, bald mehr, bald weniger hoch empor; oft nur 15—20 Fuß, in anderen Fällen 80—90 Fuß. Manche reden von 100, ja von 150 Fuß; allein diese Angaben müssen als sehr muthmaßliche, willkürliche gelten; denn unermeßliche Dampfwolken hüllen die Wassersäule so ein, daß man sie kaum zu überblicken vermag. Schätzungen von 50 Fuß Stärke und 300 Fuß Höhe sind jedenfalls arge Uebertreibungen; Dämpfe mögen getäuscht haben. Es umgeben diese nicht blos die Wassersäule, sie breiten sich auch weithin aus und erheben sich oft um Vieles mehr, so daß dieselben den ganzen Horizont in der Runde erfüllen; auch die im vollen Glanze leuchtende Sonne wird verfinstert, nur die Spitzen des gewaltigen Wasserstrahles glänzen in reizendster Weiße; wie Gold- und Silberstaub fallen die fein zerstiebten Tropfen nieder. Zuweilen scheinen die Riesenkräfte ermatten zu wollen, die Säule verschwindet plötzlich, aber mit erneuter Kraft sieht man sie bald wieder emporgeschleudert."

Bis vor wenigen Jahren glaubte man diese periodischen Wasserauswürfe durch unterirdische Höhlenräume erklären zu müssen. Bunsen, welcher 1846 Island besuchte, hat diese Ansicht berichtigt. Die Erscheinung erklärt sich nach ihm weit einfacher. [5])

Die heißen kieselerdehaltigen Quellen, welche 5 Meilen südwestlich vom Hekla am Rande eines Hochplateaus vielfach aus vulkanischem Tuff- und Trappgesteine zu Tage treten, bauen durch Ablagerung der Kieselerde als Kiesel-, Tuff- und Sinter rings um ihre Oeffnungen kleine Kegel auf, welche in der Form ganz den in Ungarn, Algier und in den Baros von Caramarca in Peru durch kalkhaltige Quellen aufgebauten gleichen. Form und Entstehungsweise derselben ist sehr ähnlich den vulkanischen Ausschüttungskegeln mit Kratern, nur daß hier statt Asche und Lava Kieselsinter sehr allmälig um eine Oeffnung herum aufgebaut wird, indem das rings abfließende Wasser bei seiner Erkaltung die gelöste Kieselerde fallen läßt. Dies ist überhaupt die allgemeine und nothwendige Form für Anhäufungen, die um eine permanente Oeffnung herum sich bilden, sie ist es ebenso bei den Schlammvulkanen wie bei den ächten Auswurfskegeln der Vulkane. Da die Erkaltung zunächst der Ausflußstelle am stärksten niederschlagend wirkt, so werden hier die Kieselerdeschichten am dicksten, über dem Ausflusse selbst wird dagegen durch Strömung und Temperatur der Niederschlag, die Verengung der Röhre, stets verhindert. Diese Umstände bewirken daher einen Aufbau, wie der beistehende ideale Querschnitt

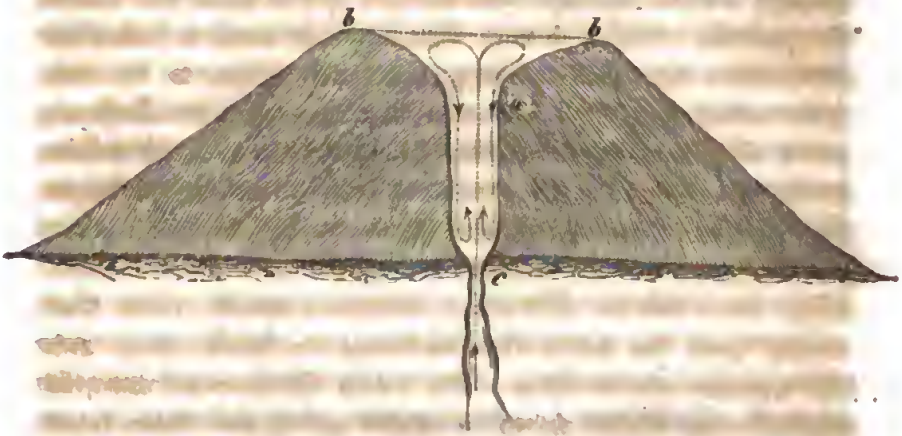



eines solchen Kegels zeigt. Die Höhe dieser Kegel hängt natürlich von ihrer Bildungsdauer, der ausströmenden Wassermenge, seinem Kieselerdegehalte und der Art der Abkühlung ab; je höher sie aber bei einer gewissen Weite der Röhre sind, und je höher dem gemäß der regelmäßige Quellschacht a ist, desto günstiger

sind, wie wir sehen werden, die Bedingungen für die Periodicität und Energie der Wasser- und Dampferuptionen.

Ist eine solche Röhre verhältnißmäßig eng und wird sie von einer nicht zu langsam hervordringenden erhitzten Wassersäule erfüllt, so entsteht nur eine continuirliche Springquelle, wie es deren viele in Island giebt. Das Wasser, welches durch Aufsteigen aus einem größeren Drucke in einen geringeren kommt, wird beständig zum Theil in Dampf verwandelt, und dieser Dampf treibt das noch übrige Wasser in Schaum verwandelt aus der Oeffnung hervor.

Aber dieser Vorgang wird ein periodischer, sobald die Geyserröhre eine gewisse Weite erreicht, wie z. B. beim großen Geyser.




Bei diesem ist die Röhre im Verticalschnitt so gestaltet. Nach jeder Eruption steht der Wasserspiegel 3—6 Fuß tief in der Röhre (etwa bei a) und steigt von da langsam, bis das Wasser über den Rand (b b) abfließt. Es fließt aber nicht alles ab, sondern ein Theil senkt sich am Rande des Beckens in die Tiefe und sinkt an den Wänden der Röhre hinab, bis es, wieder erhitzt, mit dem mittleren Quellstrome aufsteigt. Die Beobachtungen Bunsen's und Des Cloizeaux haben nun gezeigt, daß die Temperatur in dieser Wassersäule von unten nach oben abnimmt, d. h. sie ist zu jeder Zeit in der Tiefe höher als gegen oben; ferner daß sie von einer Eruption bis zur anderen in jedem Punkte beständig steigt, in der Art, daß z. B. in einer Tiefe von 20 Fuß die Temperatur unmittelbar nach der Eruption vielleicht 60°, eine Stunde später 61° u. s. f. ist; endlich daß

in der ganzen Zwiſchenzeit zwiſchen zwei Eruptionen für jeden Punkt die Temperatur des Waſſers niedriger iſt, als der durch den Druck beſtimmte Siedegrad dieſes Punktes, wobei ich Ihnen in Erinnerung bringen muß, daß der Siedegrad des Waſſers ein um ſo höherer iſt, unter je höherem Drucke es ſich befindet. In der mittleren Höhe des Geyſerrohres kommt die Temperatur der des Siedepunktes ſtets am nächſten. Sobald aber nun in dieſer Region durch beſtändiges Steigen der Temperatur, bewirkt durch Aufſteigen des Waſſers, der der Druckhöhe entſprechende Siedepunkt erreicht iſt, alsbald wird eine Waſſerſchicht in Dampf verwandelt, dadurch wird ſogleich der Druck auf die nächſt untere Schicht vermindert, auch dieſe verwandelt ſich in Dampf, und ſo ein mehr oder weniger großer Theil der unteren Waſſerſäule. Dieſer Dampf ſchleudert die darüber befindliche Waſſerſäule mit großer Energie aus der Röhre in die Luft. Dort etwas abgekühlt, fällt aber das Waſſer in die Oeffnung zurück und bringt hier durch Abkühlung eine kleine Unterbrechung der Dampfbildung hervor, die aber ſchnell durch neu aufſteigendes Waſſer von ſehr hoher Temperatur überwunden wird. Das Ausſchleudern und Zurückfallen der Waſſerſäule dauert nun ſo lange fort, bis die Abkühlung derſelben dadurch einen Grad erreicht hat, der durch das nachdringende Waſſer nicht mehr überwunden werden kann. Bei dieſen Waſſereruptionen fällt natürlich viel Waſſer neben den Keſſel zurück, und daher kommt es, daß der Stand des Waſſerſpiegels nach der Exploſionszeit 3—6 Fuß niedriger iſt als vorher. Von da ab beginnt ganz derſelbe Proceß wieder von Neuem. Die Dauer dieſer Periode iſt begreiflicher Weiſe von der Quantität und Temperatur des ausſtrömenden Waſſers, ſowie von der Höhe und Weite des Rohres abhängig. Darum iſt ſie nicht nur bei den einzelnen Geyſern Islands, ſondern auch bei einem und demſelben in verſchiedenen Zeiten ſehr verſchieden. Beim berühmten großen Geyſer z. B. war ſie im vorigen Jahrhundert eine ganz andere als jetzt.

Zwiſchen den Haupteruptionen der Geyſer erfolgen oft kleinere ruhigere Waſſerausſchleuderungen. Dieſe ſind bedingt durch das Aufſteigen großer Dampfblaſen, die ſich oft wieder condenſiren, ehe ſie die Oberfläche erreichen, aber die Waſſer-

massen schnell vor sich hertreiben und gerade dadurch, wenn die Temperatur zur Haupteruption schon vorbereitet ist, die Plötzlichkeit derselben bedingen, indem sie eine große Menge Wasser sehr schnell unter einen geringeren Druck bringen, als der, welcher seinem Siedepunkte entspricht.

Sie sehen, das Wunderbare dieser Wassereruptionen hat auch hier der gründlichen Forschung nicht widerstanden, sondern sich in ein naturgesetzliches, nothwendiges Wirken aufgelöst.

## Einundzwanzigster Brief.

# Der innere Bau der Erde.

Im zwölften Briefe habe ich die geringe Tiefe besprochen, bis zu welcher die Erde unserer Beobachtung zugänglich ist, uns, die wir angewiesen sind, ihre Oberfläche zu bewohnen. Ein unwiderstehlicher Wissensdrang hat dennoch den Menschen, so lange er auf der Erde steht und denkt, angespornt, auch ihr Inneres kennen zu lernen. Zu der Wißbegierde hat sich der praktische Nutzen gesellt, den manche Stoffe des Erdinnern darbieten, und so ist es gekommen, daß man durch Beobachtung und Schlüsse den Bau der festen Erdkruste bis zu einer gewissen Tiefe kennen gelernt und darauf gar mancherlei Hypothesen über die Art seiner Entstehung gegründet hat. Die Lehre von der Zusammensetzung und dem Bau des Erdinnern pflegen wir Deutsche Geognosie zu nennen, die Lehre von dessen Entstehung Geologie, beide Lehren können nicht füglich von einander getrennt werden, die eine dient der anderen zur Grundlage, und ohne alle Theorie ist die bloße Thatsachenkenntniß ein dem menschlichen Geiste unwürdiges Gedächtnißwerk.

Was uns bei der Untersuchung der Zusammensetzung der festen Erdkruste zuerst auffallen muß, ist die Unabhängigkeit derselben von allen geographischen und klimatischen Zonen, die einen

ſo großen Einfluß auf die organiſche Bevölkerung der Erdoberfläche ausüben. Der Bau der feſten Erdkruſte iſt im Allgemeinen überall ein ähnlicher. Gewiſſe Geſteine, wie Granit, Grünſtein, Porphyr, Baſalt, Thonſchiefer, Kalkſtein, Sandſtein, wiederholen ſich in allen Welttheilen auf dieſelbe Weiſe und unter ähnlichen Verhältniſſen gegenſeitigen Verbandes, der Lagerung. Es iſt das, wie geſagt, ein bemerkenswerther Gegenſatz der unorganiſchen und der organiſchen Natur unſeres Planeten, daß die erſtere unabhängig von allen klimatiſchen Einflüſſen (Zonen) ſich mehr als Urſache wie als Folge derſelben weiſt, während letztere durchaus als ein Product derſelben betrachtet werden muß. Indeſſen dürfen wir bei dieſer Betrachtung nicht vergeſſen, daß ein hiſtoriſcher Wechſel des Klimas der ganzen Erde, eine allmälige Abkühlung derſelben nicht nur durch die Aufeinanderfolge foſſiler Organismen angedeutet wird, ſondern auch in den Geſteinsbildungen ungleichen Alters erkannt werden kann.

Um Ihnen v. Humboldt's gedrängte Sätze über dieſen Gegenſtand etwas deutlicher zu machen, will ich verſuchen, mit wenig Worten ein Bild von der Zuſammenſetzung der feſten Erdkruſte zu entwerfen, und daran einige Bemerkungen über die wahrſcheinliche Entſtehung dieſes Zuſtandes anſchließen.

Die feſte Erdkruſte beſteht nicht aus einerlei Material, ſondern aus mancherlei Verbindungen von Mineralien, die man Geſteine oder Felsarten zu nennen pflegt.

Einige dieſer Geſteine ſind conſtante Verbindungen von 2 oder 3 Mineralien, ſo iſt z. B. der Granit eine Verbindung von Quarz, Glimmer und Feldſpath. Andere beſtehen nur aus einem Mineral, wie Kalkſtein. Dieſe Verbindungen von verſchiedenen Mineralien, oder Theilchen deſſelben Minerals, ſind theils körnig, ſo daß man ihre Zuſammenſetzung aus Theilchen deutlich erkennen kann, theils dicht oder glasartig, in welchem Falle man die zuſammenſetzenden Theilchen nicht mit dem Auge zu unterſcheiden vermag, wie im Baſalt. Die Verbindungsweiſe der Theilchen iſt theils eine kryſtalliniſche innige Verwachſung oder Mengung, wie beim Granit und Baſalt, theils eine mechaniſche Zuſammenkittung, wie bei den Conglomeraten und Sandſteinen. Manchmal liegen ſie auch nur loſe beiſammen.

Wenn wir nun ſo viel wie möglich alle Verhältniſſe die-

ſer Geſteine zugleich berückſichtigen, d. h. ihre Zuſammenſetzung, Lagerung, beſondere Verbreitung, wahrſcheinliche Entſtehungsweiſe u. ſ. w., ſo laſſen ſich dieſelben in 4 große Abtheilungen oder Gruppen bringen, welche in den meiſten Fällen ſelbſt ein Anfänger leicht zu unterſcheiden vermag. Wie alle ſyſtematiſchen Abgrenzungen in der Natur, ſind natürlich auch dieſe ſchwankend und unſicher, ſobald es ſich darum handelt, alle einzelnen Erſcheinungen in ſie aufzunehmen, aber deutlich und ſprechend, ſobald man dem Anfänger gegenüber bei den vorherrſchenden und deutlichſten Erſcheinungen ſtehen bleibt, und ſie auf dieſe anwendet. Geht es doch im Reiche des Organiſchen nicht beſſer, obwohl man es da mit ſcharf abgegrenzten Arten zu thun hat, was bei den Geſteinen nicht der Fall iſt, die nur mehr oder weniger conſtante Anhäufungen von Mineralarten ſind. Jeder kommt leicht dahin, den Löwen, den Adler, den Froſch, die Fliege als Thier; die Eiche, die Palme, das Farrnkraut als Pflanze zu erkennen, während es Organismen giebt, über deren Zurechnung zum Thier- oder Pflanzenreich die beſten Zoologen und Botaniker noch nicht einig ſind. Aehnlich verhält es ſich auch mit den Schicht-, Schiefer-, Maſſen- und Ganggeſteinen als die feſte Erdkruſte zuſammenſetzenden Theilen, die ich hier mit wenigen Zügen zu charakteriſiren verſuchen werde. Jeder kann ſich leicht ein Bild von dem Charakter der Gruppen erwerben, es wird leicht ſein, dieſen Charakter an den auffallenden Beiſpielen zu erkennen, aber es iſt ſchwer, ihn in allen einzelnen Fällen aufzufinden.

1) Schichtſteine nennen wir eine Gruppe von Geſteinen, die ſich nach allen Umſtänden als mechaniſche oder chemiſche Ablagerungen aus Waſſer zu erkennen geben, wie dergleichen ganz ähnlich noch jetzt vom Meere, von den Flüſſen, beſonders an ihren Mündungen (den Delta's), in Landſeen und Sümpfen, ſowie an Quellen zuweilen durch Vermittelung oder unter Mitwirkung des organiſchen Lebens abgeſetzt werden. Man erkennt ſie als ſolche an ihrer Schichtung und ſchichtweiſen Uebereinanderlagerung, die urſprünglich größtentheils ziemlich horizontal war, und aus ihrer Zuſammenſetzung. Sie beſtehen entweder aus unter gewiſſen Umſtänden in Waſſer auflöslichen Mineralien, wie Kalkſpath, Rautenſpath, Gyps, Steinſalz,

Eisenoxyd oder aus mechanisch vom Wasser zusammengeführten und abgelagerten Theilchen (von der Zerstörung anderer Gesteine herrührend), wie Thon, Mergel, Sand, Geschiebe, oder endlich aus Ueberresten organischer Körper, die unter Vermittelung des Wassers gebildet oder abgelagert wurden, wie Torf, Braun- und Steinkohle, Infusorienschalen, Korallenbänke. Auch die nicht der Hauptsache nach aus organischen Resten bestehenden Schichtgesteine enthalten sehr häufig vereinzelte Spuren oder Theile organischer Körper als sogenannte Versteinerungen.

Diese Gruppe von Gesteinen bildet, wo die Oberfläche daraus besteht, vorzugsweise Ebenen und flachhügelige Gegenden; wo sie in Gebirgen auftritt, da zeigt sie fast immer gewisse Veränderungen, sowohl mechanische als chemische, als Spuren gewaltsamer Einwirkung benachbarter Gesteine der dritten Klasse. Die horizontalen Schichten sind aufgerichtet, mannichfach gebogen, zerbrochen und zertrümmert, die Gesteine sind gehärtet, anders gefärbt, ja sogar etwas krystallinisch geworden, wodurch sie in die der zweiten Klasse übergehen.

Die Schichtgesteine oder Flötzformationen (neptunischen Ablagerungen, Sedimentgesteine) zeigen im Allgemeinen eine regelmäßige Reihenfolge der Uebereinanderlagerungen; d. h. wenn man in einer Gegend eine gewisse Reihenfolge der ungleichen Gesteinsschichten beobachtet hat, so zeigt sich dieselbe Reihenfolge oft über einen sehr großen Landstrich, ja über Hunderte von Quadratmeilen hinweg ganz gleichmäßig, so daß man aus einer wieder erkannten Schicht auf die unter ihr folgende bedeckte schließen kann, was in technischer Beziehung oft sehr wichtig ist. Die Reihenfolge der Schichtgesteine ist nach und nach dadurch immer mehr und mehr vervollständigt worden, daß man die localen Reihen durch ihre übereinstimmenden Glieder zu einer Gesammtreihe verband. Fand man z. B. in vier verschiedenen Gegenden Deutschlands folgende Anordnung der Aufeinanderlagerung, so konnte man daraus die darunter gesetzte Gesammtreihe construiren, und je mehr Gegenden der Erde man auf diese Weise mit einander verbindet, um so vollständiger wird natürlich die Gesammtreihe.

1) Am Erzgebirge fand man die Schichtgesteine so unter einander liegend:

Diluvium, aus Lehm, Sand und Geschieben bestehend.

Braunkohlenformation, aus Thon, weißem Sand und Braunkohlen bestehend.

Oberer Quadersandstein, ein Sandstein mit Meeresmuscheln.

Pläner, Mergel, Kalkstein und mergeliger Sandstein mit Meeresmuscheln.

Unterer Quadersandstein, Sandstein mit Meeresmuscheln.

Schieferthon mit Landpflanzenresten (Waldformation).

Rothliegendes, Conglomerat, Sandstein und Schieferthon mit Kalkstein-, Hornstein- und Thonsteineinlagerungen, Reste von Landpflanzen enthaltend.

Steinkohlenformation, graue Sandsteine und Schieferthone mit Steinkohlenlagern. Bezeichnet durch Landpflanzenreste.

Grauwacke, Grauwackenschiefer (Thonschiefer) und Grauwackensandstein mit Einlagerungen von Kieselschiefer, Alaunschiefer und Kalkstein, charakterisirt durch Meeresmuscheln und Korallen.

2) In Thüringen wurde folgende Schichtreihe beobachtet:

Diluvium, aus Lehm, Sand und Geschieben bestehend.

Braunkohlenformation, wie am Erzgebirge.

Lias, aus dunklem Schiefer und Kalkstein mit Meeresmuscheln und hellem Sandstein, und Pflanzenresten bestehend.

Keuper, bestehend aus buntem Mergel mit Gyps, Dolomit und Kalksteinlagern, Sandstein, Schieferthon und Letenkohle.

Muschelkalk, zusammengesetzt aus grauem Kalkstein mit Meeresmuscheln, Mergel, Dolomit, Gyps, Thon und Steinsalz.

Bunter Sandstein, in der oberen Hälfte aus buntem Schieferthon und Mergel mit Gyps, in der unteren aus gelbem und röthlichem Sandstein bestehend, welcher nur selten Rogensteinlager und organische Reste enthält.

Zechstein, aus bituminösem Kalkstein, Rogenstein, Dolomit, Gyps, Steinsalz, bituminösem Mergel und Kupferschie-

fer mit Zoophyten, Meeresmuſcheln und Fiſchen zuſammengeſetzt.

Rothliegendes, ziemlich wie am Erzgebirge.

Kohlenformation, ziemlich wie am Erzgebirge.

3) In Schwaben ſind die Diluvialgebilde faſt nur durch Schlamm mit Knochen und Bohnerzablagerungen in Höhlen- und Spaltenräumen älterer Geſteine vertreten, die eigentliche Schichtreihe beginnt mit dem

Jurakalk, beſtehend aus hellfarbigen Kalkſteinen, Rogenſteinen und Dolomiten, ruhend auf braunem Thon und eiſenſchüſſigem Sandſteine mit ſehr vielen Reſten von Meeresthieren; darunter folgen:

Lias, dunkler bituminöſer Schiefer und Kalkſtein und eiſenſchüſſiger Sandſtein mit Meeresthieren.

Keuper, aus buntem Mergel und Thon, Gyps, Dolomit, Kalkſtein, Sandſtein, Schieferthon und Lettenkohle beſtehend, mit wenig organiſchen Reſten, theils Meeresmuſcheln, theils Landpflanzen.

Muſchelkalk, zu oberſt dolomitiſcher und thoniger dichter Kalkſtein, darunter Gyps, Anhydrit, Thon und Steinſalz, zu unterſt dünn geſchichteter knotiger Kalkſtein und dolomitiſcher Kalkſtein.

Bunter Sandſtein, thoniger Sandſtein, mit rothem Schieferthon wechſelnd, und kieſeliger Sandſtein.

4) In Weſtphalen iſt die Schichtfolge dieſe:

Diluvium, wie in Thüringen.

Molaſſethon und Mergel mit vielen Meeresmuſcheln.

Braunkohlenformation, ähnlich wie am Erzgebirge.

Kreidemergel mit vielen Meeresmuſcheln.

Quaderſandſtein mit thonigen und mergeligen Zwiſchenlagerungen, welche dem ſächſiſchen Pläner entſprechen.

Waldformation, aus Thon, Schieferthon, Eiſenſtein und Kohlenlagern beſtehend, mit Reſten von Sumpfpflanzen und Muſcheln.

Jurakalk, aus Kalkſtein, Mergel und Thon mit Meeresmuſcheln zuſammengeſetzt.

Lias, ähnlich wie in Thüringen und Würtemberg.

Keuper, wie in Thüringen.

Muſchelkalk, wie in Thüringen.
Bunter Sandſtein, wie in Thüringen.
Steinkohlenformation, ähnlich wie am Erzgebirge.
Kohlenkalkſtein, aus dichtem Kalkſteine, Mergel und Schieferthon, örtlich mit Erzeinlagerungen, beſtehend, und durch eine Menge Korallen und Meeresmuſcheln charakteriſirt.
Grauwacke, ähnlich wie im Erzgebirge und in Thüringen zuſammengeſetzt, nur mit mehr Kalkſteinlagern und organiſchen Reſten.

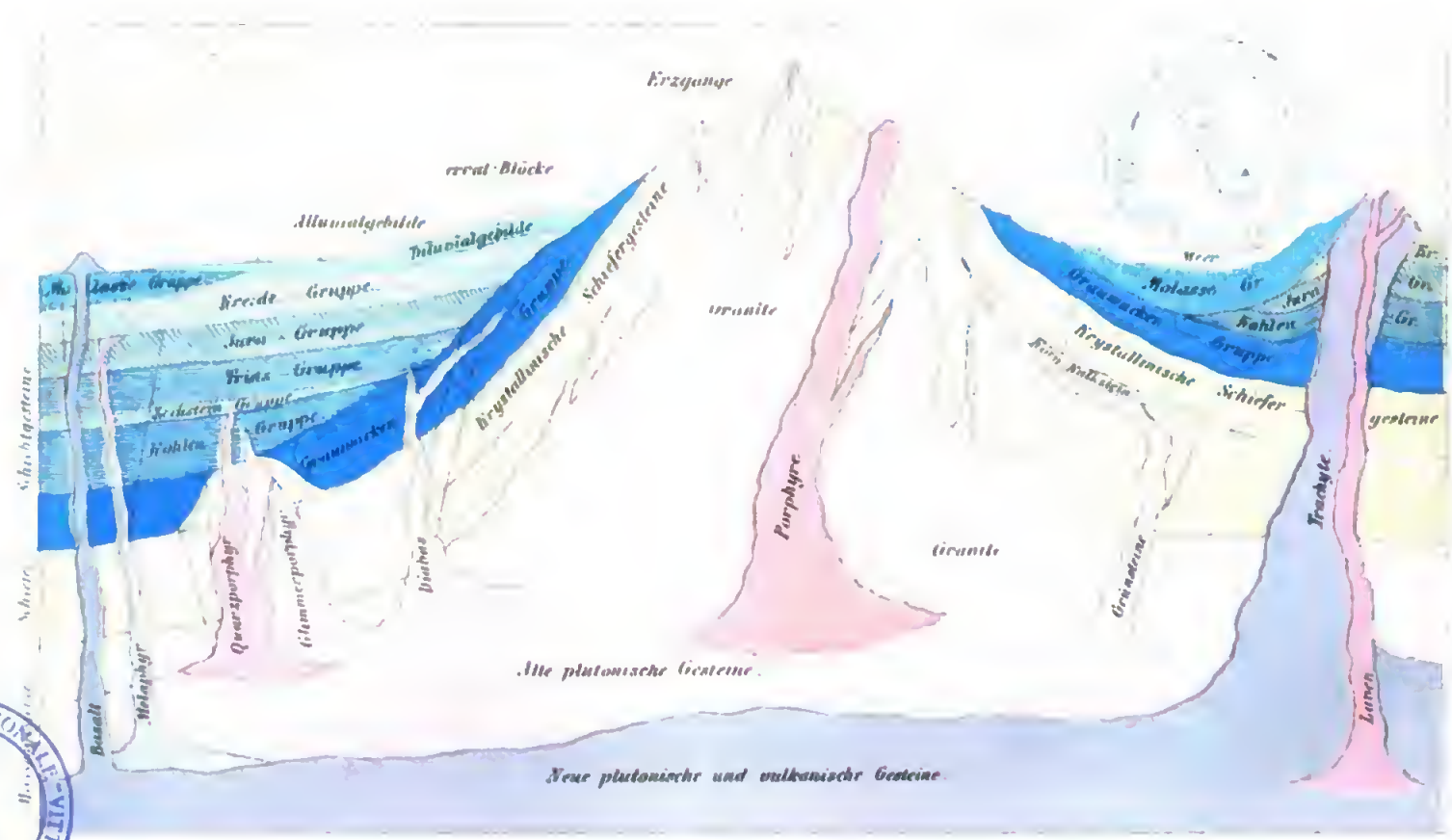
Aus der Zuſammenſtellung obiger 4 Specialreihen ergiebt ſich alſo durch gegenſeitige Ergänzung folgende Geſammtreihe für einen großen Theil Deutſchlands:

| | |
|---|---|
| | a) Diluvium (der 1., 2. und 4. Reihe). |
| Molaſſegruppe.... | b) Molaſſethon und Mergel (der 4. Reihe). |
| | c) Braunkohlenformation (der 1., 2. und 4. Reihe). |
| | d) Kreidemergel (der 4. Reihe). |
| | e) Oberer Quaderſandſtein (der 1. u. 4. Reihe). |
| Kreidegruppe..... | f) Pläner (der 1. u. 4. Reihe). |
| | g) Unterer Quaderſandſtein (der 1. u. 4. Reihe). |
| | h) Waldformation (der 1. u. 4. Reihe). |
| Juragruppe..... | i) Jurakalk (der 3. u. 4. Reihe). |
| | k) Lias (der 2., 3. u. 4. Reihe). |
| | l) Keuper (der 2., 3. u. 4. Reihe). |
| Triasgruppe..... | m) Muſchelkalk (der 2., 3. u. 4. Reihe). |
| | n) Bunter Sandſtein (der 2., 3. u. 4. Reihe). |
| Zechſteingruppe.... | o) Zechſtein (der 2. Reihe). |
| | p) Rothliegendes (der 1. u. 2. Reihe). |
| Kohlengruppe..... | q) Steinkohlenformation (der 1., 2. u. 4. Reihe). |
| | r) Kohlenkalkſtein (der 4. Reihe). |
| Grauwackengruppe | s) Grauwacke (der 1., 2. u. 4. Reihe). |

In dieſe deutſche Schichtgeſteinsreihe (Formationsreihe) ſind aber durch Beobachtungen außerhalb der bezeichneten Gegenden noch einzuſchieben: zwiſchen a und b einige neuere Molaſſebildungen, zwiſchen c und d die Hetruriſche Formation an den Küſten des mittelländiſchen Meeres, und die weiße Kreide im Norden Europa's; ferner ſind viele derſelben anderwärts durch andere Geſteinsbildungen oder auch durch Verſteinerungen, welche auf andere Lebenselemente ſchließen laſſen, charakteriſirt; ſo h durch gewiſſe meeriſche Ablagerungen, welche

man Neocomien genannt hat; endlich zerfallen andere, wie z. B. die Grauwacke Englands und Nordamerika's, in viele Unterabtheilungen, die man in Deutschland nicht so deutlich zu unterscheiden vermag.

Wenn nun aber in einer solchen Schichtenreihe einzelne Glieder, wie schon die obigen Beispiele es lehren, örtlich fehlen, so ist doch ihre Aufeinanderfolge stets dieselbe. Das gilt freilich nicht für die ganze Erdoberfläche, wiewohl auch für diese etwas Aehnliches der Fall ist. Man hat nämlich die übereinander liegenden Schichten je nach ihrer Zusammensetzung und Zusammengehörigkeit zur besseren Uebersicht in sogenannte Formationen und Gruppen von Formationen eingetheilt, und es hat sich ergeben, daß in ihnen die Ueberreste verschiedener aufeinander folgender Schöpfungen von Meeres- und Landthieren enthalten sind und regelmäßig übereinander liegen. Aus der Uebereinstimmung dieser Versteinerungen kann man nun die Gleichzeitigkeit der Ablagerungen auch in den Fällen erkennen, in welchen bei beträchtlicher Entfernung das abgelagerte Material oder Gestein ein ganz verschiedenes ist. Ja man vermag sogar aus dem allgemeinen Charakter der Versteinerungen einer Schicht ohne specielle Uebereinstimmung der Arten, weil man die Entwickelungsreihe des organischen Lebens auf dem Erdkörper in gewissem Grade erkannt hat, auf das relative Alter einer Gesteinsablagerung zu schließen, wenn diese auch so isolirt auftritt, daß man weder eine Ueber-, noch eine Unterlagerung derselben beobachten kann. Auf diese Weise ist es möglich geworden, in den entlegensten Welttheilen gleichzeitige oder ungefähr gleichzeitige Ablagerungen — Formationen und Gruppen — zu erkennen, und insofern hat sich allerdings ergeben, daß die Reihenfolge der großen Formationsabtheilungen oder Gruppen der Schichtgesteine über den ganzen Erdkörper dieselbe ist, während allerdings die Gesteine in diesen gleichzeitigen Ablagerungen örtlich oft sehr verschieden sind, sich aber auch manchmal über ganze Welttheile fast gleich bleiben, wie die der Grauwackenformation. In keinem Falle darf aber aus der bloßen Gesteinsübereinstimmung zweier sehr entlegenen Ablagerungen auf deren Gleichzeitigkeit geschlossen werden, wie man das fälschlich zuweilen gethan hat.




Idealer Querschnitt eines Theiles der festen Erdkruste.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Wir dürfen uns nur die gegenwärtigen Vorgänge der Gesteinsablagerung zur Anschauung bringen, so ergiebt sich sehr bald, daß das Meer hier Sand, dort thonigen Schlamm, anderwärts kalkige, muschelreiche Schichten ablagert, oder den Aufbau von Korallenriffen und Inseln befördert, während gleichzeitig auf dem Lande aus ihren Ufern tretende Flüsse Schlamm, Sand oder Geschiebelager aufhäufen, in Sümpfen Torflager erwachsen, Infusorienpanzer oder Raseneisensteine abgelagert werden, oder während einige Quellen Kalksinter, andere Kieselsinter absetzen, die man allesammt als Alluvialgebilde zu bezeichnen pflegt. Und alle diese Ablagerungen aus Wasser nehmen einzelne Ueberreste des organischen Lebens der jetzigen Periode in sich auf, unter denen die Kunstproducte des Menschen noch nach Jahrtausenden eine gewisse Gleichzeitigkeit, d. h. die Ablagerung nach Erschaffung des Menschengeschlechtes, verrathen werden.

Die Aufeinanderfolge der für die ganze Erdoberfläche gültigen Formationsgruppen ist nun die auf der beiliegenden Skizze verzeichnete.

Diese Skizze soll überhaupt ein anschauliches Bild geben von der Architektur der festen Erdkruste (sie durchschnitten gedacht), geschlossen aus dem, was wir davon kennen. Begreiflicher Weise können in dem kleinen Raume einer solchen Skizze die wirklichen Verhältnisse nur ganz ideal dargestellt werden.

2) Die krystallinischen Schiefergesteine: Gneiß, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer und dergleichen, sind aus Quarz, Glimmer, Chlorit, Talk, Feldspath, Hornblende und ähnlichen Mineralien zusammengesetzt, aus Mineralien also, welche in Wasser fast ganz unauflöslich sind, und von denen man in keinem Falle annehmen kann, daß sie in so krystallinischem Verbande, wie sie sich in diesen Gesteinen finden, aus einer Lösung in Wasser niedergeschlagen seien. Diese Schiefer zeigen zwar oft eine schichtförmige Anordnung und Absonderung, aber sie enthalten in der Regel keine organischen Reste und keine Conglomeratbildungen, welche beide in den mechanischen Ablagerungen aus Wasser so häufig vorkommen. Sie treten am häufigsten in Gebirgen, in der Nachbarschaft von Massengesteinen in großer Verbreitung ohne bestimmte Form derselben auf, und wo sie mit Schichtgesteinen in Berührung kommen, sind

sie meist von allen denselben überlagert, dienen ihnen als Unterlage, sowie den Massengesteinen als Form oder Hülle.

Ueber die Entstehungsweise dieser Schiefergesteine sind die Geologen noch nicht einig; Einige halten sie für die Ueberreste einer ersten Erstarrungskruste des Erdkörpers, Andere, und zwar die Mehrzahl, für umgewandelte und dabei krystallisirte Schichtgesteine. Für einige derselben ist dagegen als sehr wahrscheinlich nachgewiesen worden, daß sie wie die Gesteine der folgenden Gruppe in einem durch Wärme weichen Zustande aus dem Erdinneren emporgepreßt wurden.

Sie müssen mir aber erlauben, Ihnen über diesen Gegenstand, sowie über die Bildungsweise der Gesteine überhaupt, noch einen besonderen Brief zu schreiben, um hier die Uebersicht des Baues der festen Erdkruste durch solche Betrachtungen nicht zu sehr zu unterbrechen.

3) Die dritte Klasse von Gesteinen besteht aus krystallinischen körnigen oder dichten Gemengen von Mineralien, in denen allen die Kieselerde eine wichtige Rolle spielt, weshalb man sie auch wohl Silicate nennt, und die in Wasser nur äußerst schwierig oder gar nicht auflöslich sind.

Die sie zusammensetzenden Mineralien sind namentlich: Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit, Nephelin und Leuzit. Die durch ihre Verbindung gebildeten Gesteine: Granit, Syenit, Porphyr, Grünstein, Trachyt, Basalt, Phonolith, Laven von mancherlei Art. Es ist gewiß höchst merkwürdig, daß diese krystallinischen Verbindungen von 2, 3 oder 4 Mineralien sich in allen bekannten Theilen der Erde ganz auf dieselbe Weise zusammengesetzt wiederholen. Am Brocken wie im Himelaja, in den Alpen wie in den blauen Bergen Neuhollands, im Erzgebirge wie im Ural, im Odenwalde wie in den Bergen von Rio Janeiro, im Riesengebirge wie in den Pyrenäen, im Altai wie in den vereinigten Staaten, im Böhmer Walde wie an den Küsten von Guinea, am Vorgebirge der guten Hoffnung wie in den Bergen Aegyptens, genug überall auf der Erde, wo der Mensch seinen forschenden Blick hingeworfen hat, besteht ein Gestein, welches man Granit nennt, aus Quarz, Glimmer und Feldspath, und diese 3 Mineralien sind trotz ihrer Unauflöslichkeit in Wasser, trotz ihrer sehr ungleichen Schmelzbarkeit

offenbar gleichzeitig nebeneinander kryſtalliſirt. Wer möchte da nicht an eine Geſetzmäßigkeit der Verbindung glauben, unabhängig von allen localen Urſachen? Und daſſelbe gilt in ähnlicher Weiſe auch vom Syenit und Baſalt, vom Porphyr und Trachyt. Sie finden ſich überall von ähnlicher Zuſammenſetzung unter ähnlichen Lagerungsverhältniſſen, mit ähnlichen Oberflächenformen wieder.

Dieſe Geſteine treten vorzugsweiſe in gebirgigen oder bergigen Gegenden auf, ſie liegen oft ſcheinbar unregelmäßig und in vielerlei Geſtalten neben-, in- und übereinander, oder ſie füllen als Gänge lange Spalten in ähnlichen oder anderen Geſteinen aus. Wo ſie mit den anderen Geſteinen in Berührung kommen, haben ſie oft deutliche mechaniſche Zerſtörungen oder chemiſche und phyſikaliſche Aenderungen des urſprünglichen Zuſtandes derſelben hervorgebracht. Sie enthalten keine Ueberreſte organiſcher Körper (Verſteinerungen) und ſind nicht geſchichtet, ſondern unregelmäßig maſſig, plattenförmig, ſäulenförmig, knollig oder kugelig abgeſondert. Man nennt ſie kryſtalliniſche Maſſengeſteine, abnorme Geſteine, Eruptivgeſteine, plutoniſche oder vulkaniſche Geſteine.

Aehnliche Geſteinsmaſſen ſehen wir gegenwärtig nur den Vulkanen als Lava im heißflüſſigen Zuſtande entſtrömen, und in der That deuten alle Umſtände an, daß ſie ſämmtlich (nur in ſehr ungleichen Zeiträumen und unter mancherlei Modificationen) auf ähnliche Weiſe entſtanden, im heißflüſſigen Zuſtande aus dem Erdinneren hervorgepreßt ſind. Beſonders ſpricht dafür die Unmöglichkeit, ſich dieſelben anders als durch Wärme aufgelöſt zu denken, da zu ihrer Auflöſung in Waſſer unermeßliche Quantitäten deſſelben nöthig ſein würden; ferner ihr vorzugsweiſes Auftreten in Gebirgen, die eben durch ihr Emporpreſſen aus der Tiefe veranlaßt ſein dürften, ihr augenſcheinlich gewaltſames Eingedrungenſein, zwiſchen andere Geſteine und in Spalten derſelben, wobei ſie oft losgeriſſene Fragmente umhüllt haben, die Störungen, welche ſie in dem urſprünglichen Zuſtande und der Lagerung ihrer Nachbarn bewirkten, der Mangel organiſcher Ueberreſte in denſelben und ſelbſt die Art ihrer Zerklüftung, die ähnlich bei allen abkühlenden großen Maſſen erfolgt. Alle dieſe Umſtände ſprechen auf das Entſchiedenſte für ihre vulkaniſche, eruptive

Entstehungsweise. Es sind diese Gesteine offenbar zu sehr verschiedenen Zeiten aus dem Erdinneren emporgepreßt worden, und es ist danach auch ihre Zusammensetzung einigermaßen verschieden. Doch ist eine ganz bestimmte Altersreihe derselben noch nicht festgestellt. Man hat bis jetzt nur erkannt, daß die granitischen, meist quarzhaltigen Gesteine im Allgemeinen nur ältere, die basaltischen, durch Augit charakterisirten Gesteine auch jüngere Flötzformationen durchbrochen haben. Doch wissen wir noch nicht sicher, ob jene nicht vielleicht, wie von einigen Geologen behauptet wird, nur als die unteren Stiele dieser zu betrachten sind, so nämlich, daß zu allen Zeiten der vulkanische Proceß ähnliche Producte geliefert, aus den älteren Zeiten aber Alles, was zur Oberfläche empordrang, später wieder zerstört worden ist. Auch darf ich Ihnen hier nicht verschweigen, daß einige Geologen annehmen, die sogenannten älteren Eruptivgesteine seien durch Umwandlung von Schichtgesteinen im Inneren der Erde entstanden und dabei im erweichten, aber nicht heißflüssigen Zustande emporgepreßt worden. Dieselben Geologen halten auch die krystallinischen Schiefer für auf solche Weise ohne eigentliche Erweichung an Ort und Stelle entstanden.

4) In allen den vorgenannten Gesteinsgruppen und vorzüglich in den Schiefergesteinen findet man oft mehr oder weniger enge Spalten mit verschiedenartigen Mineralien in ungleichmäßiger Anordnung ausgefüllt. Man nennt diese Spaltenausfüllungen vorzugsweise Gänge — Mineral- und Erzgänge, zum Unterschied von Gesteinsgängen. Die sie zusammensetzenden Mineralien sind sehr verschiedener Natur; besonders häufig treten darin auf: Quarz, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Schwerspath, Flußspath, Eisenstein, Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende und allerlei andere Mineralien oder Erze.

Es ist keinem Zweifel mehr unterworfen, daß diese sehr verschiedenartigen Gänge auch auf verschiedene Art ausgefüllt sind, einige durch Auskrystallisiren aus heißen, wäßrigen Lösungen, andere durch Sublimation aus Dämpfen, noch andere durch Injection heißflüssiger Massen, oder durch Auskrystallisiren aus erkaltenden Spaltenwänden, und bei einigen Mineral- oder Erzgängen dürften sogar mehrere dieser Ausfüllungsarten nach

einander gewirkt haben. Auf alle diese Weisen sehen wir, daß noch jetzt solche Spalten erfüllt werden, und man wird immer für jeden besonderen Fall erwägen müssen, welche Erklärung den Umständen entspricht.

Diese 4 Gruppen von Gesteinen überlagern und durchdringen nun einander, die feste Kruste der Erde zusammensetzend, in der Art, wie die Skizze es bildlich darzustellen sucht.

Zweiundzwanzigster Brief.

## Die Bildung der festen Erdkruste.

„Die Geologen dringen mit ihren Hypothesen und Schlüssen in Räume und Zeiten ein, die weit über die Grenzen unserer Beobachtungssphäre hinaus liegen."

Lassen Sie uns jetzt auch einen Blick auf die wahrscheinliche Entstehung des eben beschriebenen factischen Zustandes der festen Erdkruste werfen, wobei ich freilich wieder nur die Hauptresultate geologischer Forschungen mittheilen kann, ohne hier auf eine specielle Begründung derselben einzugehen.

Aus der Form der Erde mußten wir (S. 52) schließen, daß sie sich einst gänzlich in einem erweichten, wahrscheinlich heißflüssigen Zustande befunden habe, und das wird um so wahrscheinlicher, da mehrere Beobachtungsreihen mit dieser Voraussetzung übereinstimmende Resultate liefern, namentlich die Temperaturzunahme gegen das Innere, die zu geringe Dichtigkeit, die massenhaftere Ausdehnung und besondere Natur der älteren lavaartigen Eruptivgesteine, die Reihenfolge der organischen Ueberreste.

Wie jeder freischwebende, vorherrschend nur der Schwerkraft der eigenen Theile unterworfene flüssige Körper, so mußte auch die heißflüssige Erde sich zur Kugel (zum Tropfen) formen und zwar in der Weise, daß, wenn überhaupt verschieden schwere

(ungleich stark sich anziehende) Theile vorhanden waren, die schwereren sich nach dem Mittelpunkte senkten und immer leichtere sich concentrisch darum lagerten. Diese Anordnung nach der Schwere ist nicht nur ganz im Allgemeinen befolgt, sondern scheint sogar auch dadurch erkennbar, daß die älteren Eruptivgesteine (z. B. die Granite) im Durchschnitt specifisch leichter sind als die jüngeren (z. B. Basalte), welche letzteren vermuthlich aus größerer Tiefe emporbrangen. Waren außer den tropfbar flüssigen auch elastisch flüssige Theile vorhanden, so werden diese die oberste Schicht eingenommen, die erste Atmosphäre gebildet haben, eine Atmosphäre, die offenbar aus ganz anderen und viel mehr Stoffen bestehen mußte als unsere jetzige, weil viele Körper und Stoffe noch nicht im tropfbar flüssigen oder festen, sondern nur im dampfförmigen Zustande verbleiben konnten, z. B. das Wasser oder seine Elemente, der Kohlenstoff u. s. w.

Durch den Umschwung um eine imaginäre Are wurde nothwendig die Kugelform an den Polen abgeplattet und in die eines Rotationssphäroides verwandelt. Da aber gleichzeitig auch die übrigen Himmelskörper, namentlich Sonne und Mond, mit einer gewissen Anziehungskraft auf die Erde wirkten, durch welche sie noch gegenwärtig die Ebbe und Fluth des Meeres veranlassen, so wird dadurch die regelmäßige Rotationsgestalt der Erde gestört und abgeändert worden sein, wie denn auch wirklich die Gradmessungen und Pendelbeobachtungen verschiedener Gegenden gleicher Breiten, wie wir gesehen haben, etwas abweichende Resultate für die Gestalt der Erde ergeben.

Die Temperatur des Weltraumes scheint, nach der Temperatur unserer Erdpole zu schließen, unter — 40° der hundertheiligen Scala zu liegen. Es ist kein Grund vorhanden, eine wesentliche Veränderung derselben anzunehmen, und so wird denn diese niedere Temperatur von jeher erkaltend auf den viel wärmeren Erdkörper gewirkt haben, bis endlich der ferneren Erkaltung dadurch Grenzen gesetzt wurden, daß die von der Erde in den Weltraum ausstrahlende Wärme nicht mehr betrug, als die durch die Sonnenstrahlen auf der Erdoberfläche erzeugte. Dieser Zustand scheint bereits seit sehr langer Zeit, vielleicht seit Erschaffung des Menschengeschlechtes, eingetreten zu sein.

Die von außen einwirkende Erkaltung bewirkte, als sie

einen gewissen Grad erreicht hatte, nothwendig die Erstarrung der äußersten, bis dahin heißflüssigen Oberfläche der Erde, und so entstand durch einen der Eisbildung des Wassers entsprechenden Proceß die erste Erstarrungskruste der Erde.

Die Resultate dieser ersten Erstarrung sind entweder theilweise die oben beschriebenen krystallinischen Schiefergesteine, oder es sind dieselben nach ihrer Ueberlagerung mit einer starken Decke von Flötzformationen, durch Wirkung der inneren Hitze unter dieser Bedeckung, wieder umgeschmolzen und folglich als solche gar nicht mehr vorhanden.

Urgebirge, Urgesteine, Primitivgesteine waren früher sehr beliebte Bezeichnungen für die ältesten oder im Gegensatze zu den Secundärgebirgen ursprünglichen Gebilde. Diese Ausdrücke sind bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft kaum noch auf irgend ein Gestein in ihrer vollen Bedeutung mit Sicherheit anzuwenden, wenn man nicht eben die krystallinischen Schiefergesteine zum Theil als erste Erstarrungskruste betrachten will.

Die durch Erstarrung gebildete erste feste Rinde konnte unmöglich sogleich ganz und unzerstört bleiben. Die Bewegungen der darunter befindlichen heißflüssigen Masse, welche, wie ich Ihnen im 18. Briefe gezeigt habe, durch vielerlei Ursachen fortwährend veranlaßt werden mußten, sprengten stets die sich bildende Kruste auf die mannichfaltigste Weise entzwei. Durch die größeren oder kleineren Oeffnungen und Spalten drangen flüssige Massen zur Oberfläche empor, welche in den Spalten selbst oder in darüber ergossenen Anhäufungen als krystallinische Massengesteine erstarrten. Auf diese Weise begann also die Bildung der Eruptivgesteine und dauerte mit durch die zunehmende Verdickung der starren Kruste bedingten beständigen Modificationen fort bis jetzt. Die ersten Zerspaltungen der verhältnißmäßig noch sehr dünnen Kruste waren weit geöffnet, durch sie drangen große Massen mit geringer Energie, und diese erkalteten zwischen den heißen Spaltenwänden und unter einer dichten und warmen Atmosphäre sehr langsam, und deshalb ganz krystallinisch ohne alle Verglasung. Das ist der Charakter der Granitgesteine. In etwas engeren Räumen, und im Allgemeinen wohl auch etwas später, erstarrten die Grünsteine und

Porphyre, dann die Melaphyre und zuletzt die Basalte und Phonolithe, die, in voluminösen Massen langsamer erkaltend, sich als Dolerite und Trachyte ausbildeten und die noch jetzt als Laven hervorgepreßt werden.

Bei der Erstarrung aller dieser Eruptivgebilde zeigen sich gewisse im Kleinen wie im Großen stets wiederkehrende Vorgänge, die mehr oder weniger dem allgemeinsten Verlaufe der Erderstarrung entsprechen und sich ganz im Kleinen fast bei jedem Schmelzprocesse, bei dem sich eine Schlackenkruste bildet, beobachten lassen. Die leichteren, oberen, äußeren Theile der flüssigen Masse erstarren zuerst; in ihnen bilden sich durch Contraction oder Bewegung Spalten, und in diese dringen dann Theile der inneren noch flüssigen, zuweilen specifisch schwereren Masse (Erzgänge) ein, oder sie werden sogar daraus hervorgepreßt. Dieser Vorgang kann sich bei den so ausgepreßten Massen von Neuem wiederholen und auch zu der Bildung von Erstarrungsbreccien Veranlassung geben. Stets zeigen sich dabei die schneller erkalteten Theile derselben Mischung dichter, als die langsamer erkalteten.

Die meisten Eruptivgesteine sind von gewissen accessorischen Bildungen und Erscheinungen begleitet, von dichten, glasigen, blasigen, mandelsteinartigen oder zersetzten Varietäten von Breccien, Conglomeraten, Tuffen, Gangbildungen, Störungen und Veränderungen des Nebengesteins. Die Wirkungen nach außen haben nothwendig Rückwirkungen nach innen zur Folge gehabt; die eversen Metamorphosen, die Umwandlungen des Vorhandenen, haben inverse des Entstehenden bedingt. Dieser Umstand erklärt es vielleicht sogar, warum die Natur der Eruptivgesteine oft in einer constanten Beziehung zu der Natur der von ihnen durchsetzten Gesteine steht, so die gewisser Grünsteine zu der des Thon- und Grauwackenschiefers.

In der Altersreihe der Eruptivbildungen ist eine fortschreitende Entwickelung ganz unverkennbar. Sie ist von der Art, daß sie sich sehr gut durch allmälige Abkühlung des Erdkörpers und dadurch bedingtes Dickerwerden seiner festen Kruste, durch Erstarrung nach innen und durch Ablagerung nach außen erklären läßt. Die ältesten Eruptivgesteine sind im Allgemeinen specifisch leichter, kieselerdereicher und dadurch strengflüssiger

als die neueren, sie treten in größeren Massen auf, sind deshalb und wegen der damals allgemein höheren Temperatur krystallinischer und weniger von blasigen oder glasigen Varietäten begleitet. Die bei ihrer Eruption ungleich dünnere feste Kruste erlaubte leichter weite Spaltöffnungen, ohne bedeutende Gebirgserhebungen nöthig zu machen, und gestattete den etwa gebildeten Dämpfen auf unzähligen Spalten leichtere Auswege als jetzt, wo diese Dämpfe deshalb weit mehr zu den concentrirten vulkanischen Eruptionserscheinungen beitragen.

Die quarzhaltigen Eruptivgesteine und namentlich die Granite, bei denen sich zuweilen nachweisen läßt, daß der Feldspath um etwas früher fest geworden ist, als der Quarz, haben zu dem Einwand Veranlassung gegeben, sie könnten wegen der höchst ungleichen Schmelzbarkeit ihrer Bestandtheile (Quarz, Feldspath und Glimmer) nicht durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande hervorgegangen sein. Es ist das allerdings ein schwieriges Problem. Einige haben es dadurch zu lösen gesucht, daß sie annehmen, alle Bestandtheile seien im flüssigen Zustande ungesondert und deshalb gleich schmelzbar gewesen, dann aber bei einer bestimmten Temperatur alle ziemlich zugleich krystallisirt. Andere (Scheerer) nehmen an, daß die Auflösung nicht blos durch Wärme, sondern zugleich durch Wasser vermittelt gewesen sei.

Nach vielfachem Zertrümmern und Aneinanderkitten der Theile mußte endlich die feste Kruste der Erde doch einen gewissen dauernden Zusammenhang und Halt bekommen, die Zerspaltungen derselben vereinzelten sich mehr, und es entstand eine ruhigere feste Oberfläche, auf welcher sich unter dem außerordentlich starken Drucke der damals noch mit sehr vielerlei Stoffen geschwängerten Atmosphäre Wasser bilden konnte, dessen Temperatur vielleicht den jetzigen Siedepunkt weit überstieg, was unter hohem Drucke bekanntlich möglich ist. Dieses Wasser wirkte durch seine hohe Temperatur um so auflösender und durch die vielfache Bewegung, der es örtlich ausgesetzt war, um so zerstörender auf die vorhandene feste Oberfläche. Es sammelten sich in ihm außer den chemisch darin aufgelösten Salzen, von denen der Gehalt des jetzigen Meeres vielleicht nur als ein schwacher Ueberrest anzusehen ist, viele Theile der äu-

ßersten und ältesten Erstarrungskruste, und diese Theile setzten sich an ruhigeren Orten als älteste Schichtgesteine ab. Diese können später zum Theil wieder umgeschmolzen oder wenigstens metamorphosirt worden sein. Jedenfalls war mit dem Auftreten des Wassers als solchem auf der Erdoberfläche eine der wichtigsten Bedingungen für die Existenz organischer Wesen erfüllt. Sobald es die Temperatur nur irgend erlaubte, begannen sie sich zu entwickeln und das Uebermaß von Kohlenstoff aus der damaligen Atmosphäre in sich aufzunehmen. Spuren von ihnen finden wir beinahe schon in den untersten unveränderten Schichtgesteinen, in der unteren Grauwacke, und die Graphitlager der krystallinischen Schiefer deuten nicht nur deren ursprünglich neptunische Ablagerung und spätere Krystallisation, sondern auch organische Körper in sehr frühen Erdbildungsperioden an.

Wenn es auch zuweilen den Anschein hat, als wäre dem Naturforscher nichts unerklärbar, wie denn z. B. die uns bekannten Naturgesetze so ziemlich hinreichen, um die Ausbildung der Erde im Allgemeinen unter gewissen vorausgesetzten Umständen zu erklären, so wird man doch immer bei näherer Untersuchung aus dieser süßen Täuschung herausgerissen, denn der erste Anfang und die Ursache aller Dinge, das eigentliche Wesen aller Kräfte, blieben dem menschlichen Verstande stets noch ungelöste Räthsel. Ein solches unlösbares Räthsel, bei dem wir nur an die unerforschliche Macht eines Schöpfers appelliren können, ist eben so, wie der erste Ursprung der Erdmasse, auch die Entstehung organischer Wesen. Wir können wohl die äußeren Bedingungen angeben, die unseren Erfahrungen gemäß für das Bestehen der irdischen Organismen erfüllt sein müssen, aber noch nie ist es gelungen, auf dem Wege des Experiments neue Organismen zu erzeugen, oder auch nur die inneren Bedingungen ihrer Entstehung in einem ähnlichen Gesetze auszudrücken, wie z. B. das der Schwere oder das der Lichtbrechung es ist, obwohl auch diese, wie alle sogenannten physikalischen Gesetze, eigentlich nichts über das innerste Wesen der Dinge und Kräfte verrathen, sondern nur bestimmte Ausdrücke für ihre äußeren Erscheinungen sind.

Möge nun der Keim für alle lebenden Wesen von Anfang

an für alle Zeiten in dem Stoffe der Erde ruhen und der Einwirkung gewisser Umstände harren, so daß mit den gegebenen Bedingungen immer auch die entsprechenden organischen Formen sich entwickelten, oder möge für jedes neue Geschöpf die unerforschliche Urkraft von Neuem thätig sein, so ist doch so viel gewiß, daß wir für den Hauch des organischen und geistigen Lebens, wie für die Wirkung aller anderen Naturkräfte und Stoffe, eine erste Ursache annehmen müssen, die wir nicht weiter zerlegen können, eine Ursache, die außerhalb der Sphäre unseres Erkennens liegt und die wir je nach Religion oder Sprache Allah, Jehova, Gott, Schöpfer oder Urkraft nennen. — Genug, es entstanden Organismen, angemessen jener hohen Temperatur, jener dichten Atmosphäre, welche beide auf der Erde damals noch alle klimatischen Unterschiede unbemerkbar machten. Korallen und Meerlilien (Crinoiden) bauten von Pol zu Pol ihre kalkigen Gehäuse vom Boden des Meeres auf; Orthoceren, die riesigen Repräsentanten unserer Tintenfische, schwere Schalen von 2—3 Fuß Länge mit sich schleppend, und andere dem Nautilus ähnliche gewundene Cephalopoden (Goniatiten, Clymenien und Nautiliten) belebten die Oberfläche des Oceans oder suchten in den Tiefen desselben ihre Nahrung, die aus allerhand Muscheln bestand, deren Formen längst aus dem Reiche der lebenden Wesen verschwunden sind. Zu ihnen gesellten sich schon in dieser Zeit einzelne Fische und in größerer Menge jene wunderbaren krebsartigen Thiere, welche man, weil sie aus drei Haupttheilen bestehen, Trilobiten genannt hat. Diese mit sehr zusammengesetzten Augen versehenen Thiere setzen schon ähnliche Lichtwirkungen auf der Erde voraus, als jetzt stattfinden. Die Existenz derselben war aber verhältnißmäßig nur von kurzer Dauer; sie sind, wie die Orthoceratiten und Goniatiten, fast nur auf die Zeit der Grauwackenbildung beschränkt, während dagegen z. B. der Gattungstypus der Nautiliten und Terebrateln alle späteren Epochen durchlebt hat und noch jetzt nicht gänzlich ausgestorben ist. Kryptogamische Gewächse, welche heut zu Tage und in unserem Klima nur am Boden kriechen und auch unter der tropischen Sonne nur selten noch sich zur Baumform erheben, ragten zur Grauwackenzeit in kolossaler Gestalt einzeln an den Ufern und aus

den Sümpfen empor (Calamiten und Lepidodendra), und kleine Farrenkräuter wucherten zwischen ihnen.

Schon die ersten Thiere und Pflanzen der Erde lassen sich somit in unsere jetzigen Hauptklassen einreihen, obwohl die Formen derselben gänzlich von den heutigen abweichen. Ihre Verbreitung scheint eine sehr allgemeine gewesen zu sein, denn alle die als besonders charakteristisch für die Grauwackenepoche bezeichneten Familien und Gattungen finden sich in allen Welttheilen, wo überhaupt Ablagerungen aus der Grauwackenzeit aufgefunden worden sind. Dies ist wahrscheinlich eine Folge des Mangels klimatischer Unterschiede und der allgemein hohen Temperatur, welche mehr von der Erde als von der Sonne ausging.

Es muß nothwendig auffallen, daß in diesen ersten Gebilden Reste von auf der Stufenleiter der Organisation ziemlich tief stehenden Geschöpfen gefunden werden, während in späteren Zeiten nach und nach immer höhere auftreten und erst zuletzt der Mensch. Schon Moses scheint diese Thatsache geahnt zu haben, indem er in seiner Genesis die Schöpfung des Unorganischen von unten nach oben vorschreiten läßt, mögen ihm nun Naturbeobachtungen oder allgemeine philosophische Gründe dazu veranlaßt haben. Jedenfalls ist dieser Verlauf der Schöpfung eine sehr weise Einrichtung oder vielmehr ein nothwendiges Naturgesetz. Denn frei auf dem Lande lebende Thiere, besonders warmblütige und solche mit höherer geistiger Organisation, hätten in so kohlenstoffreicher und sauerstoffarmer Atmosphäre, auf so bewegtem, oft außerordentlich gewaltsam erschüttertem Boden, wie das damalige wenige Fest- und Inselland darbieten konnte, unmöglich athmen und glücklich gedeihen können. Ich sage: das damalige wenige Land, denn in der That wird es im Verhältniß gegen jetzt nur eine sehr untergeordnete Fläche eingenommen haben, weil überhaupt alle Niveauunterschiede geringer, folglich die Meere weniger tief, aber ausgebreiteter, die Berge weniger hoch, aber zusammenhängender, nicht so von Thälern durchschnitten sein mußten. Denn die Durchbrüche der noch dünnen Kruste erforderten weniger Kraftaufwand und hatten weniger merkbare Folgen als später die einer dickeren.

Die Oberfläche der Erde hatte sich hierauf mehr und mehr befestigt, das Land begann immer mehr sich von dem Wasser zu sondern, d. h. es wurden größere Flächen erhoben, auf denen eine reiche kryptogamische Vegetation sich entwickelte, begünstigt durch die noch sehr gleichmäßige hohe Temperatur und durch Feuchtigkeit der kohlenstoffreichen Atmosphäre. Noch ragten aber keine eigentlichen Berge zu großen Gebirgen empor, und in Folge davon waren kaum Quellen und Flüsse vorhanden. Das aus unzähligen größeren und kleineren Inseln bestehende Land war vielmehr überall vielfach von stagnirendem Wasser bespült, theils vom zusammenhängenden Ocean, theils von Landseen, welche mit gehoben waren und keinen Abfluß fanden. Dies Alles wirkte auf eine eigenthümliche üppige Vegetation hin; namentlich scheinen in den flachen ausgesüßten, oder allmälig verdunstenden Landseen sich unermeßliche Torfbildungen entwickelt zu haben, deren Ränder und später sich befestigende Oberflächen ganze Wälder von baumförmigen Sigillarien, deren Wurzeln, die Stigmarien, auf Torfgrund deuten, Lycopodien, Schafthalmen und Farrenkräutern trugen. Erdbeben und in Folge davon Ueberströmungen des Meeres oder gewaltige Regengüsse führten von Zeit zu Zeit neues Wasser, losgerissenen Sand und Thon in diese Becken hinein, die mineralischen Theile lagerten sich über dem Torf ab, und in dem zurückgebliebenen verdunstenden Wasser begann die Vegetation auf's Neue. Durch öftere Wiederholung solcher Vorgänge erklären sich alle die oft sehr zahlreich über einander gehäuften Kohlenlager, deren Gesammtheit gewöhnlich beckenartige Vertiefungen der Erdoberfläche ausfüllt. Fast stets findet man in ihnen über den festen, aus Torf entstandenen Kohlenlagern Schichten von Kohlenschiefer, Schieferthon oder Sandstein mit Resten von Landpflanzen, welche auf der Oberfläche oder an den Rändern der Torflager gewachsen sind; dann folgt wieder ein Kohlenlager u. s. w. War ein solches See- oder Torfbecken endlich bis zum Rande mit Schichten gefüllt, so hörte die Kohlenbildung in ihm auf. Einige Kohlenlager, welche sich jedoch immer von jenen unterscheiden werden, können aber auch durch Anhäufung von vom Wasser zusammengeschwemmten Pflanzentheilen, in Meerbusen, durch bedeckte Fucus-

bänke, oder durch bloße Bedeckung dichter Waldstrecken entstanden sein.

Auf ähnliche Weise erklären sich auch die Kohlenablagerungen, welche zuweilen schon in der Grauwackengruppe vorkommen. Wie aber die Steinkohlen durch die längere Zeit ihres Bestehens sich von den Braunkohlen und diese vom Torf unterschieden haben, so ungefähr unterscheiden sich die Anthracitlager der Grauwackengruppe von den Steinkohlen, d. h. je älter die Kohlen sind, oder je mehr plutonischen Einwirkungen ausgesetzt, desto mehr haben sie an Bitumen verloren.

Die Kohlenbildung war aber sicher immer nur eine locale, und ihr werden der Zeit nach stets in anderen Erdtheilen erfolgte Meeresablagerungen entsprechen.

Das Rothliegende, wie es sich in Deutschland gewöhnlich entwickelt zeigt, ist höchst wahrscheinlich vorzugsweise durch Eruptionen von vielerlei Porphyren bedingt. Dafür spricht schon seine gewöhnlichste Verbreitung an den Rändern oder im Innern porphyrischer Gebirge, oder wenigstens in ihrer Nähe. Die mächtigen und ausgedehnten Conglomeratschichten desselben setzen offenbar große vorgängige Zerstörungen voraus, und gewisse ihm zugehörige Thonsteine verhalten sich zu den Porphyren ganz ähnlich wie Traß oder Basalttuff zu den Basalten, wie Moja oder Peperin zu den Laven der Vulkane. Da jedoch die Conglomerate des Rothliegenden fast stets auch viele Porphyrgeschiebe einschließen, so geht daraus hervor, daß ihre Ablagerung erst nach dem Culminationspunkte der porphyrischen Eruptionen erfolgt sein wird, welche eben das Material dazu vorbereiteten. Das Rothliegende umschließt mehrfach Pflanzenreste, welche denen der Steinkohlenzeit ziemlich entsprechen, sich aber von ihnen häufig dadurch unterscheiden, daß nicht die äußere Structur als Abdruck, sondern die innere durch Verkieselung erhalten ist (Holzsteine, Staarsteine).

Der Kupferschiefer ist nur ein locales Glied der Flötzreihe, auf das nördliche und westliche Deutschland beschränkt, welche Landstriche während seiner Bildungsepoche einen großen, gegen England geöffneten Meerbusen gebildet zu haben scheinen. Zu derselben Zeit und schon während der Bildung unseres Rothliegenden sind in Rußland Schichten vom Meere abgelagert

worden, welche man jetzt mit der Benennung „Permisches System" zu bezeichnen pflegt. Es wird aber nöthig sein, im Verfolg unserer geologischen Betrachtungen immer mehr solche Localgebilde des mittleren Europa's zu berücksichtigen und somit von der Geschichte der allgemeinen Erdausbildung auf die eines großen Landstriches überzugehen, theils weil noch nicht genug Beobachtungen der Flötzgebirge in anderen Welttheilen vorliegen, theils und ganz besonders aber auch, weil mit der größeren Mannichfaltigkeit der Gestaltung und Zusammensetzung der Erdoberfläche auch eine immer größere Mannichfaltigkeit der Flötzablagerungen der einzelnen Gegenden entstanden ist, die sich nun nicht füglich alle gleichzeitig in die Darstellung ziehen lassen. Die Natur und Reihenfolge der Massengesteine, von überall in ähnlicher Weise sich verändernden Umständen abhängig, bleibt sich über die ganze Erdoberfläche, wie es scheint, viel mehr gleich, als die Natur der Flötzablagerungen, welche um so mannichfaltiger wurden, je mancherlei zu zerstörendes und wieder abzulagerndes Material schon vorhanden war, und je unebener die Erdoberfläche wurde.

Der Kupferschiefer als unterstes und somit ältestes Glied der Zechsteinformation scheint seinen Metallgehalt metallischen Dämpfen oder Quellen zu verdanken, welche zu dieser Zeit als Nachwirkung porphyrischer Eruptionen emportraten. Er ist gewöhnlich in der Nähe der Porphyre am metallreichsten, und die zahlreichen Fische, welche er einschließt, deuten nicht nur durch ihre häufige Krümmung einen plötzlichen Tod — etwa durch Vergiftung — an, sondern sie können auch wirklich nicht in einem Meere gelebt haben, welches von Haus aus so viel Kupfersolution enthalten hätte, als nöthig war, um den Kupferschiefer niederzuschlagen.

Eben so dürften die localen Gyps-, Salz- und Spatheisensteinstöcke, welche die Zechsteinformation besonders am Thüringer Walde charakterisiren, durch Nachwirkungen benachbarter Eruptionen bedingt sein, indem dadurch ein Theil ihrer Bestandtheile, oder ihr Fällungsmittel aus dem Erdinnern emporgepreßt ward.

Auf den Zechstein folgte in Deutschland und Frankreich bis zum Keuper eine regelmäßige Reihenfolge kalkiger, merge-

liger, thoniger und sandiger Schichten, welche als Ablagerungen des Meeres anzusehen sind und häufig auch Dolomit, Gyps und Steinsalz enthalten, während in England diese sehr zusammengesetzte Reihe fast nur durch eine einförmige, meist rothe Sandsteinablagerung vertreten wird, in welcher namentlich das bei uns so auffallend hervortretende Glied, der Muschelkalk, gänzlich fehlt.

Die geringmächtigen Kohlenlager, z. B. die Lettenkohle, in dieser der Triasgruppe, setzen trotz ihrer ausgedehnten Verbreitung über Schwaben und Thüringen nicht unbedingt eine Erhebung über das Meeresniveau voraus; sie können füglich durch besondere Begünstigung einer Fucoidenvegetation oder durch Einschwemmen von den benachbarten Küsten her, auf dem Meeresboden entstanden sein.

Für keine dieser jüngeren Flötzgebirgszeiten ist aber eine allgemeine Meeresbedeckung anzunehmen, der Mangel irgend eines Flötzgebirges in irgend einer Gegend ist vielmehr in der Regel dadurch zu erklären, daß zu dieser Bildungszeit jene Gegend als Land trocken lag, von welchem Umstande nur zuweilen deutliche Beweise als Versteinerungen von Landgeschöpfen durch spätere Meeresbedeckungen erhalten worden sind.

Die organischen Reste der Flötzreihe vom Zechstein bis zum Keuper gehören größtentheils dem Meere, manche aber auch dem Lande an. Zu den Korallen, Mollusken, Crustaceen und Fischen der früheren Periode treten jetzt auch Saurier, deren erste Spuren als Fußeindrücke (Fährten) allerdings schon in der Kohlenformation gefunden worden sind und sogar sehr vereinzelte Spuren von Vögeln, welche letztere beiden, während der Ebbezeit die Meeresküsten entlang laufend, im angespülten Thon und Sand, auch in diesen Schichten Fußspuren hinterlassen haben.

Unter den Cephalopoden zeichnet sich wieder ein Genus in dieser Epoche aus, welches weder rückwärts, noch vorwärts darüber hinausragt; es sind dies die auf den Muschelkalk beschränkten Ceratiten, Ammoniten mit wellenförmig in einander greifender Concameration. Terebrateln, Myaphorien und Aviculen haben zu gleicher Zeit familienweise dicht gedrängt beisammen gelebt und füllen ganze Schichten aus; dagegen feh-

len dem Muschelkalk die Bewohner des flachen klippigen Meeresgrundes, namentlich die Korallen, fast gänzlich.

Die Sandsteine zunächst über und unter dem Muschelkalk enthalten Spuren einer Festlandvegetation, welche sich schon weit mehr als die der Steinkohlenperiode der heutigen tropischen Flora nähert, die Farren sind kleiner als in den Steinkohlen, und die immer noch ungewöhnlich großen Schafthalme haben zum Theil schon Blattscheiden, welche den Calamiten gefehlt zu haben scheinen. Außerdem treten Cycadeen hinzu, und eine eigenthümliche Coniferengattung (Voltzia) repräsentirt die Nadelhölzer.

Die ganze innere Anordnung der Triasgruppe Deutschlands läßt auf ein allmäliges Sinken und Steigen der betreffenden Erdoberfläche schließen, so nämlich, daß dieselbe während der Muschelkalkbildung den tiefsten Stand unter einer sehr ausgedehnten Meeresfläche erreichte. Zu dieser Zeit wurden nur die feinsten und aufgelösetesten, die kalkigen und thonigen Theile in der Mitte des großen mitteleuropäischen Meeresbeckens abgelagert, während gegen die Ufer hin, z. B. im heutigen England, die Sandsteinbildung vom bunten Sandstein bis zum Keuper fortdauerte, welche Art der Gesteinbildung jederzeit weniger günstig auf die Entwickelung von Meeresgeschöpfen eingewirkt zu haben scheint als Kalksteinbildung. Bunter Sandstein und Keuper sind offenbar in weniger tiefem Meere abgelagert worden als der Muschelkalk, den sie zwischen sich einschließen.

Ein ruhiges Meer bedeckte einen großen Theil des mittleren Europa, aus dem jedoch einzelne Gegenden, z. B. die heutigen Rheinlande, Böhmen, Schlesien und Mähren, insularisch hervorragten. In dem weiten Meere erfolgten dünn geschichtete kalkige Niederschläge, und an den Rändern, besonders an denen der Inselgebiete, bauten fleißige Korallen mächtige Riffe auf. So entstanden in Deutschland, Frankreich und England Lias und Jurakalk, von welchem letzteren der sogenannte Korallenkalk nach L. v. Buch's geistreicher Darstellung einen Theil der Küsten des Jurameers deutlich bezeichnet, über welche hinaus auch die früher abgelagerten Liasgebilde kaum noch gefunden werden.

Auch in dieser Gruppe sind Dolomite vorhanden, welche nächst denen des Muschelkalkes ganz besonders zu den Betrachtungen über die Dolomitentstehung Veranlassung gegeben haben, und welche der Annahme von Dampfeinströmungen in den noch weichen Niederschlag durchaus nicht widersprechen, besonders da die vielen Fische und schwimmenden Thiere in dem zunächst darüber liegenden Soolenhofener Kalkschiefer ein plötzliches, vielleicht durch solche Dämpfe veranlaßtes Sterben andeuten.

Die deutschen und französischen Juragebilde enthalten wesentlich nur Reste von Meeresbewohnern, welche aber größtentheils von den heute lebenden immer noch sehr abweichen. Es sind Korallen, Radiarien, Mollusken, Crustaceen, Fische und Saurier in Menge. Unter den Radiarien treten hier fast zum ersten Male die Seeigel (Echiniten) auf, welche bis zur Jetztwelt fortdauern. Unter den Mollusken herrschen die Cephalopoden vor; Ammoniten und Belemniten finden sich in großer Menge und Mannichfaltigkeit, beide wunderbare Thierformen mit der Juragruppe beginnend und mit der Kreide schon wieder verlöschend; denn die Jetztwelt hat keine Analoga aufzuweisen, sondern nur entfernt ähnliche, z. B. den seltenen Nautilus, der durch seine emporgestreckten Fangarme zu fabelhaften Sagen Veranlassung gegeben hat, und die Sepien. Zu ganz besonderer Entwickelung gelangte in dieser Periode die große Familie der Saurier; sie müssen zu dieser Zeit in der Gegend des jetzigen Europa nach Zahl und Art der Individuen weit verbreiteter gewesen sein, als zu irgend einer anderen Zeit in irgend einer Gegend. Die merkwürdigsten der hierher gehörigen Thiere sind unstreitig die Pterodaktylen, geflügelte Eidechsen, welche lebhaft an die Drachen der Mythe erinnern. Ihre Reste bezeichnen besonders den Soolenhofener Schiefer, der überhaupt mehr geflügelte Thiere enthält als irgend ein älteres Gebilde, außer den Pterodaktylen nämlich mehre Libellen und Käfer.

Von Säugethieren hat man in der Juragruppe die ersten, aber sehr vereinzelten Spuren gefunden, nämlich Kinnladen und andere Reste von Didelphis. Nur Plininger berichtet von einem noch älteren Säugethierrest im würtembergischen Keuper.

In England enthalten die Gebilde der Juragruppe auch

Landpflanzen, namentlich noch aufrecht stehende Stämme von Zamien, Reste von Pterophyllum und anderen Pflanzen, welche denen der deutschen Keuperformation zum Theil sehr nahe stehen.

An die Juragruppe schließt sich die Kreidegruppe sehr eng an; beide sind örtlich nur durch Spuren einer Land- oder Sumpfvegetation von einander getrennt, welche zu den Waldgebilden, dem englischen Wealden, Veranlassung gegeben hat. In Sachsen, Westphalen und England finden wir die Ueberreste einer solchen Vegetationsepoche; es wird jedoch dadurch nur ein Küstenstrich oder ein Inselzug bezeichnet, während anderwärts ununterbrochen meerische Ablagerungen als Neocomienschichten erfolgten. Die Pflanzen dieser Zeit nähern sich immer mehr denen der Jetztwelt; es sind zwar noch viele dem gegenwärtigen Klima ihrer Fundorte ganz fremde Formen darunter, aber die große Zahl der Dikotyledonenblätter, welche in diesen Schichten fast zuerst auftreten, unterscheidet die Kreideflora doch schon außerordentlich von der Steinkohlen-, Trias- und Juraflora. In England sind es vorzüglich Sumpfgewächse, welche die Waldschichten bezeichnen und welche mit zahlreichen Süßwassermuscheln und Sauriern zusammen vorkommen. In Deutschland scheint die eigentliche Landvegetation auch später, nach erfolgter Senkung der jetzigen Kreidegegenden, an den Küsten des Quadersandsteinmeeres noch fortgedauert zu haben; deshalb finden sich einzelne, vom Winde fortgewehte Blätter auch noch im eigentlichen Quadersandstein zwischen den Meeresmuscheln.

In der Kreideperiode kommen mehre Gruppen während der Jurazeit oder schon früher entwickelter organischer Formen zum gänzlichen Erlöschen, so die Belemniten, Ammoniten und Crinoideen. Andere erreichen wenigstens hier das letzte Stadium ihrer Culmination, z. B. die Terebrateln, Echiniten und Saurier. Zu den neu beginnenden, aber auch sogleich wieder erlöschenden Gattungen gehören außer den Hippuriten als sehr bezeichnend für die Kreide die Baculiten, Hamiten, Scaphiten und Turriliten, wahre Verkrüppelungen der Ammonitenform, welche, wie es scheint, durch ihre Umformung vergeblich versucht hat, sich den neuen Verhältnissen zu acclimatisiren. Uebrigens wimmeln Quadersandstein und Kreide von zweischaligen

Meermuscheln, worunter die Gattungen Pecten, Inoceramus, Exogyra, Ostrea und Pinna Hauptrollen spielen, die Kreide selbst besteht fast nur aus mikroskopischen Kalkschalen kleiner Zoophyten. Das Meer scheint tief und sehr bevölkert gewesen zu sein.

Mit der Kreide schließt offenbar ein sehr wichtiger Abschnitt der Geologie; die Ablagerungen werden localer; die Eruptionen nähern sich mehr den echt vulkanischen, die Oberflächenformen gestalten sich mannichfaltiger, höhere Gebirge treten hervor, unter den Organismen begegnen wir den ersten noch lebenden Formen, während alle älteren Arten ohne Ausnahme ausgestorben sind, und die bis dahin nur durch unsichere Spuren angedeuteten Säugethiere fangen an, eine Hauptrolle zu spielen. Diesen wichtigen Abschnitt haben auch alle Systematiker gefühlt und deshalb die sogenannten Tertiärformationen oder Molassegebilde von den früheren schärfer gesondert als diese und jene unter sich.

Das unterste Glied der Molassegruppe ist in Deutschland oft ein sehr fester Sandstein mit Pflanzenresten, welcher seine große Festigkeit zum Theil einer wahren Silicatbildung zu verdanken scheint. Darüber folgen Braunkohlenlager, wechselnd mit blätterhaltigen Thon-, Schieferthon- und Mergelschichten. Dies Alles deutet auf eine ausgedehnte Festlandvegetation hin. Mitteleuropa war durch ein von Buchten zerschnittenes Festland vertreten, dessen Oberfläche vielfach von Sumpf und Wald bedeckt wurde. So bereitete sich das Material für die Braunkohlen, welche nur selten einen ähnlichen vielfachen Wechsel von Kohle, Sandstein und Schieferthon darbieten, wie die Steinkohlen, d. h. ihre Entstehung war weniger von Ueberfluthungen oder Senkungen und Hebungen unterbrochen. Uebrigens entstanden die Braunkohlen, wie die Steinkohlen, theils aus Torf, theils aus bedeckten Wäldern, theils aus zusammengeschwemmten Pflanzentheilen und nicht alle genau in derselben Zeit. Ihre Pflanzen unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von denen der älteren Zeit; sie stehen der jetzigen Schöpfung noch näher als die der Waldformation. Da sind keine baumförmigen Farren, Lycopodien und Schafthalme mehr zu finden, wohl aber eine große Menge Reste von dikotyledonen Bäumen, von

Coniferen und einzelnen Palmen, welche letztere immer noch ein wärmeres Klima für das damalige Deutschland andeuten, als das jetzige besitzt, wenn auch bei Weitem nicht ein so warmes und so gleichmäßiges als zur Zeit der Steinkohlenbildung. In den Buchten der angrenzenden Meere hatten zu gleicher Zeit, oder etwas später, muschelreiche Ablagerungen begonnen, welche im westlichen Deutschland und in Frankreich den Grobkalk, wie in England den Londonthon, lieferten und auch über niedersinkende Braunkohlenstriche fortsetzten, während sie stellenweise durch einmündende Flüsse mit Land- und Süßwasserproducten versehen wurden. Es würde gegen den hier vorliegenden Zweck sein, alle die bereits bekannten Localgebilde dieser Zeitepoche einzeln zu verfolgen. Genug, das Centrum Europa's war während der Molasseperiode ein mit reicher Vegetation bedecktes, vielfach sumpfiges und von großen Meeresbuchten durchschnittenes Land, auf welchem mächtige Torflager sich entwickelten. In einzelnen Becken des Landes entstanden gleichzeitig und mehr noch gegen Ende der Periode, wo auch schon einige der neuen Meeresschichten an die Oberfläche gehoben worden waren, Süßwasser-, Kiesel- und Kalksteinbildungen, sowie Infusorienschichten, alle mit Ueberresten von vielerlei Süßwassergeschöpfen. Das System der Flüsse und Landgewässer scheint sich überhaupt erst in und nach der Molasseepoche recht entwickelt zu haben.

Auffallend ist es, daß die Gegenden, wo Molassegebilde herrschen, häufig durch flache Einsenkungen der Oberfläche bezeichnet sind, was seinen Grund theils in der Weichheit der Gesteinsbildungen, ganz besonders aber in dem Umstand haben wird, daß diese Ablagerungen meist nicht mehr von späteren Hebungen betroffen worden sind; wo Letzteres der Fall war, da fehlt auch die Beckenform, wie am Nordrande der Alpen.

Die Meeres- und Süßwassermuscheln dieser Periode gehören großentheils lebenden Gattungen, und einige sogar lebenden Arten an. Die abenteuerlichen Formen der Ammoniten, Belemniten, Hippuriten, Encriniten u. s. w. sind, wie erwähnt, gänzlich verschwunden; dagegen treffen wir unter den Säugethieren auf riesenhafte Gestalten, welche zum Theil von denen der lebenden Schöpfung außerordentlich abweichen, so nament-

lich die Dinotherien mit ihren hakenförmig nach unten gebogenen Stoßzähnen der unteren Kinnlade und die Missourien. Außerdem deuten die Knochen anderer großer Pflanzenfresser aus der Familie der Dickhäuter (Mammuths, Elephanten, Tapire, Rhinocerosse u. s. w.), welche in Heerden zusammengelebt zu haben scheinen, auf eine besonders üppige, wenn auch nicht tropische Vegetation hin, und diese Heerden haben sich bis zur Diluvialperiode hin immer noch vermehrt, bis endlich ein gewaltsames Ereigniß, oder viele kurz auf einander folgende sie vernichtet und die Hauptzüge Europa's so hinterlassen hat, wie wir sie jetzt erblicken. Auch das unter dem Namen Hydrarchos sehr bekannt gewordene riesige Meeresthier, ein wallfischartiges Säugethier, hat in dieser Periode gelebt.

Durch die basaltischen Hebungen, durch Landgewässer und atmosphärische Einwirkungen waren große Vorräthe lockeren Materials aufgehäuft worden; das Verwitterbare hatte sich in Thon und Lehm verwandelt, das Festere in Kies und Sand. Da senkte sich die Gegend des jetzigen Europa nochmals unter das Meeresniveau, so daß nur die Gebirge insularisch hervorragten, oder es wurde, wie Andere meinen, das nordische Polarmeer durch Erhebung seines Bodens oder durch Aenderung der Ekliptik weithin über das Land gedrängt, als petridelaunische Fluth. Die Fluthen breiteten die vorgefundenen lockeren Haufwerke über alle ebenen Gegenden aus und füllten selbst die Spalten und Höhlen der ihnen zugänglichen niederen Gebirge damit an. Zugleich fanden dabei viele, zum Theil sehr große Säugethiere, welche damals diese Gegenden reichlich bewohnten, Mammuths, Tapire, Ochsen, Pferde, Hirsche, Bäre, Dachse, Löwen, Tiger, Hyänen u. s. w., ihr Grab, deren Knochen nun im Löß und in dem Schlamm der Höhlen begraben liegen.

Sie fragen: wie kamen alle die vielerlei Thierknochen in die Knochenhöhlen zusammen, in welchen wir sie jetzt finden? — Sie werden wohl auf verschiedene Art dahin gekommen sein; einige Thiere wohnten und starben darin, wie ihre zugleich daselbst gefundenen Excremente beweisen, andere wurden von Raubthieren hineingeschleppt und darin gefressen, was man an den angenagten Knochen erkennt, ein großer Theil aber wurde erst

durch die Diluvialfluthen hineingespült, wobei zugleich alle schon darin vorhandenen mit Schlamm überdeckt wurden.

Unerklärt ist bis jetzt die plötzliche Temperaturabnahme, welche mit der Diluvialzeit eingetreten zu sein scheint. Kurz vor ihr lebten im nördlichen Europa noch tropische Pflanzen und Mammuthheerden, gleich darauf aber beginnen überall Eisspuren, und selbst jene organischen Geschöpfe sind zum Theil in Eisschichten bis jetzt unverwest erhalten worden.

In die Zeit unmittelbar nach Ablagerung der Lößformation fällt nun jener merkwürdige Transport großer Felsblöcke (der erratischen Blöcke), welcher schon zu so vielerlei Hypothesen Veranlassung gegeben hat, über welche ich Ihnen im 25. Briefe Näheres mittheilen werde. Für die sogenannten nordischen Geschiebe, welche das nördliche Deutschland in so reichlicher Menge bedecken und deren Abkunft aus Scandinavien unzweifelhaft ist, scheint der Transport auf Eisschollen zur Zeit, als das Diluvialmeer noch Deutschland bedeckte, die natürlichste Erklärung, zumal da man noch gegenwärtig Aehnliches häufig beobachtet. Für die sogenannten Asar (Schutthügel) Scandinaviens, welche von tiefen Rillen, Riesen und Reibungsflächen an den Felsen begleitet sind, will dagegen diese Erklärungsweise nicht ganz sich den Umständen anpassen; sie mahnen, wie noch kürzlich Scheerer in Poggendorf's Annalen gezeigt hat, mehr an eine Geröllfluth, etwa durch Scandinaviens Erhebung aus dem Meere bedingt.

Die ganze diluvische Wasserbedeckung scheint nicht von langer Dauer gewesen zu sein; wenigstens finden wir in den durch sie veranlaßten Ablagerungen kaum Spuren der Entwickelung eines untermeerischen Thierlebens. Die von dieser Formation begrabenen organischen Reste bestehen vielmehr fast nur aus Land- und Süßwassergeschöpfen, während doch die mechanische Einwirkung einer sehr allgemeinen Meeresbedeckung unverkennbar ist.

Nun erst erhob sich durch plutonische oder vulkanische Kräfte Europa in seiner jetzigen Gestalt aus dem Wasser, welches, im Abströmen allgemeinen Richtungslinien der Gebirge, örtlichen Zerspaltungen, oder besonders leicht zerstörbaren Gesteinzügen folgend, die Thäler und Buchten ausfurchte, welche

noch jetzt den meisten und größten Gewässern zum Ablaufe dienen, Bächen und Flüssen, die bei ihrer gegenwärtigen Größe niemals im Stande gewesen sein würden, so mächtige Wirkungen hervorzubringen. Aber nicht auf ein Mal konnte das ganze Festland abtrocknen; viele abgesonderte Wasserbecken waren mit erhoben worden, die sich nur nach und nach in Süßwasserseen verwandelten und dann zum Theil durch spätere Durchbrüche allmälig entleerten (der böhmische Kessel z. B. durch das Elbthal, der Rheingau durch den Rheinstrom bei Bingen), zum Theil aber noch jetzt als Landseen mit süßem Wasser gefüllt sind.

Kleinere Wasserbecken der Art mögen im Laufe sehr vieler Thäler zurückgeblieben sein und erst später sich entleert, oder mit allerhand Bodensätzen gefüllt haben, wodurch denn die Spuren außerordentlich hoher Wasserstände an den Gehängen mancher Thäler erklärlich werden.

Durch alle diese Vorgänge hatte sich das Festland der alten Welt zum schönen und zweckmäßigen Wohnplatze des Menschen vorbereitet, der es bald nach dieser Zeit betreten zu haben scheint; wenigstens ist, wie erwähnt, noch keine Spur menschlichen Daseins mit diluvischen Producten in der Weise zusammen gefunden worden, daß man dadurch genöthigt wäre, eine frühere Existenz des Menschengeschlechtes mit Bestimmtheit anzunehmen. Auch würde sein Dasein in jenen früheren Zeiten ein sehr unglückliches, der täglichen Zerstörung durch Naturereignisse und einer beständigen verzweifelten Furcht vor ihnen preisgegebenes gewesen sein.

Dreiundzwanzigster Brief.

# Bildung der Gesteine.

„Die vierfachen Gesteinbildungen, welche noch gegenwärtig fortschreiten, durch Erguß vulkanischer Massen auf früher erhärtete Gesteine, durch mechanische Abscheidung oder chemische Niederschläge aus den mit Kohlensäure geschwängerten tropfbaren Flüssigkeiten, endlich durch Verkittung zertrümmerter, oft ganz ungleichartiger Felsarten; sind Erscheinungen und Bildungsprocesse, die gleichsam nur als ein schwacher Abglanz von dem zu betrachten sein möchten, was bei intensiverer Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotischen Zustande der Urwelt, unter ganz anderen Bedingungen des Druckes und einer erhöhten Temperatur, sowohl der ganzen Erdrinde, als des mit Dämpfen überfüllten und weit ausgedehnteren Luftkreises, geschehen ist.“

v. H.

---

Sie werden aus den vorigen Briefen hinreichend ersehen haben, daß die Gesteine und die aus ihnen bestehende feste Erdkruste weder auf einmal, noch auf einerlei Weise entstanden, vielmehr beide als Resultate fortdauernder Bildungen und Umbildungen innerhalb eines ganz unermeßlichen Zeitraumes anzusehen sind. Dabei war die Mannichfaltigkeit der Vorgänge in dem größeren Theile dieses Zeitraumes eine ziemlich eben so große als jetzt, wenn auch eine nach und nach immer größer werdende. Nur in den ersten Stadien der Erdentwickelung können die Vorgänge weit einfachere gewesen sein. Seitdem die Gegensätze: fest, flüssig und luftförmig vorhanden sind, mußten auch die Bildungsvorgänge mindestens ähnliche sein, wie noch jetzt. Die Geologen haben lange Zeit zum großen Nachtheile ihrer Forschungsresultate angenommen, in der präadamitischen Welt sei Alles ganz anders gewesen und geschehen, als jetzt. Sie verschmähten es, die Gegenwart als unmittelbare Fortsetzung der Vergangenheit zu betrachten, und ließen vielmehr ihrer Phantasie alle Zügel schießen, um sich abentheuerliche Erdbildungshypothesen auszudenken, die kaum eine andere Grundlage hatten, als eben ihre Phantasie. Der berühmte englische Geolog C. Lyell hat zuerst diesen maßlosen Phantasien ein Ziel gesetzt, indem er zeigte, daß die Vorgänge der Gegenwart ausreichen,

um das zu erklären, was zur Zeit in der Geologie überhaupt erklärbar ist. Lyell ist wohl etwas zu weit gegangen, wenn er behauptet, auch das Maß der geologischen Vorgänge sei von jeher dasselbe gewesen, und eine Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers sei in der Natur überhaupt nicht nachweisbar, sondern nur eine beständige, stets gleichmäßige Umbildung seiner Oberfläche. Kann ich ihm (mit vielen Anderen) hierin nicht beistimmen, da mir vielmehr aus unzähligen einzelnen Umständen eine Entwickelungsgeschichte deutlich nachweisbar erscheint, in der Art, wie ich Ihnen im vorigen Briefe darzulegen versuchte, so muß ich doch mit ihm vollkommen anerkennen, daß die gegenwärtigen geologischen Vorgänge durchaus nur Fortsetzungen der vergangenen sind, so daß man aus jenen unmittelbar auf diese zu schließen berechtigt ist.

Den meisten älteren Geologen kann man ferner den Vorwurf der Einseitigkeit machen, der allerdings mehr ihre Zeit, als ihre Person trifft. Wenn die Einen vorzugsweise Gesteinsbildungen durch Wasser vor Augen hatten und diese untersuchten, so meinten sie in Folge davon, alle Gesteine müßten so gebildet, alle auf dieselbe Weise von Wasser abgelagert sein, die sie gerade zu beobachten Gelegenheit hatten. Diese rein neptunischen Ansichten fanden ihren berühmtesten und scharfsinnigsten Vertreter in Werner, der unfehlbar den ersten Grund zu einer wissenschaftlichen Ausbildung der Geologie gelegt hat. Andere dagegen, in vulkanischen Gegenden aufgewachsen, sahen täglich die mächtigen und unverkennbaren Wirkungen vulkanischer Thätigkeit vor Augen, und glaubten in Folge davon, als consequente Vulkanisten, annehmen zu müssen, die Gesteine und überhaupt die feste Erdkruste seien der Hauptsache nach nur durch vulkanische Thätigkeit entstanden. Hierzu sind noch die Plutonisten zu nennen, deren Lehre wesentlich von Hutton ausging. Aber das Wort plutonisch hat eine doppelte Bedeutung gewonnen: einmal bezeichnet man damit die Producte, welche einer vorhistorischen vulkanischen Thätigkeit angehören, dann aber auch diejenigen, von denen man voraussetzt, daß sie in den Tiefen der Erde, unserer Beobachtung unzugänglich, auf vulkanische Weise gebildet sind oder noch gebildet werden. In diesem letzteren Sinne unterscheidet namentlich Lyell plutonische

und vulkanische Gesteine, indem er annimmt, daß auch die ersteren, zu welchen er Granite, Syenite, Porphyre u. s. w. rechnet, in den Tiefen der Erde noch fortwährend entstehen, während Alles, was durch vulkanische Thätigkeit im heißflüssigen Zustande bis an die Oberfläche emporgepreßt wird, hier als Lava erstarrt und von jeher als solche erstarrt ist. Er unterscheidet überhaupt folgende Gesteinsbildungsarten:

1) Die neptunische, durch Ablagerung aus Wasser.

2) Die metamorphische, durch plutonische (in der Tiefe und hauptsächlich durch Wärme erfolgende) Einwirkung auf neptunische Bildungen. Dadurch entstanden und entstehen noch jetzt nach ihm z. B. die krystallinischen Schiefergesteine.

3) Die plutonische, durch Erstarrung von heißflüssigen Gesteinsverbindungen im Innern der Erde, zwischen oder unter schon vorhandenen Gesteinen, welche dabei eben gewöhnlich umgewandelt — metamorphosirt — werden. Die plutonisch gebildeten Gesteine sind wie die metamorphischen der Beobachtung nicht bei ihrer Bildung, sondern nur dann zugänglich, wenn sie durch spätere Erhebung, in schon fertigem Zustande, theilweise an die Oberfläche gelangten, was in der Regel nur in Gebirgen geschehen ist. Darum finden wir die Granite, Porphyre, Grünsteine, Gneiße und Glimmerschiefer in der Regel nur in Gebirgen.

4) Die vulkanische, durch Erstarrung heißflüssig ausgepreßter Gesteinsmassen an der Erdoberfläche, als Laven. Die Laven sind durchschnittlich weniger krystallinisch, öfter glas- oder schlackenartig, als die unter 3 aufgezählten Gesteine, und diese Unterschiede erklärt Lyell durch ihre schnellere Erkaltung unter geringerem Druck.

Lassen Sie mich an diese vier von Lyell behaupteten Gesteinsbildungsweisen, die mit den im Kosmos aufgestellten nicht genau übereinstimmen, und von denen zwei ihrer Natur nach nur vermuthete, nicht beobachtete sind, sogleich noch einige weitere Betrachtungen anknüpfen.

Wo irgend ein Lavastrom sich aus einem Vulkane ergießt, da können Sie sehen, wie durch Erstarrung oder Krystallisation der heißflüssigen Masse ein Gestein entsteht, welches je nach seiner Zusammensetzung und der relativen Schnelligkeit seiner

Erkaltung eine durchaus krystallinische (granitartige), porphyrartige, dichte, blasige oder glasige Textur zeigt. Diese so vor unseren Augen entstehenden Gesteine ähneln nach Textur und Zusammensetzung in der That außerordentlich denjenigen krystallinischen Massengesteinen, welche man bis jetzt noch nie entstehen sah, den Graniten, Porphyren, Grünsteinen u. s. w. Die Unterschiede dieser letzteren bestehen in der That nur in dem meist etwas größeren Kieselsäuregehalte, der oft als Quarz auskrystallisirt ist, in der stärkeren Krystallisation, geringeren Verglasung oder Schlackenbildung, und in der Form des Auftretens, der Verbreitungs- und Lagerungsweise. Sie bilden nämlich keine aus Kratern geflossene Lavaströme, sondern sie füllen mehr oder weniger mächtige, und oft sehr unregelmäßige Zerspaltungen in offenbar vor ihnen vorhandenen und schon festen Gesteinen aus, in denen sie häufig an ihren Grenzen unverkennbare Aenderungen des ursprünglichen Zustandes derselben hervorgerufen haben, und zwar sowohl mechanische als chemische Aenderungen. Diese kleinen Unterschiede der älteren oder plutonischen Massengesteine von den jüngeren echt vulkanischen sind es nun eben, welche Lyell veranlaßt haben, sie für in der Tiefe (plutonisch) gebildet zu halten, während einige andere Geologen vermuthen, die Unterschiede hätten zum Theil ihren Grund in dem zu ihrer Bildungszeit anderen, namentlich wärmeren Zustande der ganzen Erdmasse, in der noch geringeren Dicke ihrer festen Kruste und in der größeren Dichtigkeit der Atmosphäre. Diese Geologen führen gegen Lyell namentlich den Umstand als Grund an, daß, wenn auch in den ältesten geologischen Perioden schon solche Laven gebildet worden wären wie jetzt, man doch wohl irgendwo, wenn auch nur in den Geschieben älterer Conglomerate, etwas von ihnen vorgefunden haben würde. Das ist nämlich nicht der Fall, alle krystallinischen Massengesteine, welche sich durch irgend einen Umstand als älter zu erkennen geben wie die Kreideformation, zeigen überall den Charakter der Granite, Porphyre und Grünsteine, niemals den der Basalte und Laven.

Vielleicht liegt bei diesen verschiedenen Meinungen die Wahrheit in der Mitte. Vielleicht beobachten wir von den älteren sogenannten plutonischen Massengesteinen allerdings in der

Regel nur ihre unteren Stiele, welche schon deshalb von den heutigen Laven abweichen, aber ihre oberen übergeflossenen Enden, von denen man der Hauptsache nach nur noch zerstörte Theile, Bruchstücke und Geschiebe vorfindet, können dennoch wegen anderer allgemeiner Verhältnisse ihnen ähnlicher gewesen sein, als den heutigen Laven. In diesem Falle würde es ganz natürlich sein, daß unter den alten Geschieben niemals unseren Laven entsprechende Gesteine vorkommen.

Ich will Ihnen aber nicht verschweigen, daß man die Entstehung dieser älteren Massengesteine außerdem auch noch durch Umwandlung neptunischer Bildungen zu erklären versucht, doch werde ich hierauf zurückkommen. So viel steht jedoch fest, daß durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande Gesteine (Laven) entstehen und wahrscheinlich stets entstanden sind, sowie, daß diese Gesteine im weichen Zustande aus dem Erdinnern gegen die Oberfläche emporgedrängt wurden und werden, was wir allgemein eruptiv nennen. Auch müssen wir durchaus zweierlei Resultate dieser Entstehungsart trennen, und dazu eignen sich die einmal eingeführten Ausdrücke plutonisch und vulkanisch trotz ihrer Zweideutigkeit am besten.

Dadurch ist nun aber durchaus noch nicht erwiesen, daß dieser heißflüssige Zustand der Laven ein ursprünglicher, von einem noch jetzt heißflüssigen Erdkerne herrührender sein müsse. Er könnte möglicher Weise, an und für sich betrachtet, auch durch Umschmelzung vorhandener Gesteine hervorgebracht sein; er könnte bei den quarzführenden Gesteinen unter hohem Drucke und durch Beimengung von Wasser vermittelt gewesen sein, wodurch man namentlich den Quarzgehalt derselben zu erklären versucht hat.

Aber was ich Ihnen über die vulkanische Thätigkeit mitgetheilt habe und was Sie im Kosmos darüber lesen, spricht sicher für eine sehr großartige Betheiligung derselben bei dem Erdbildungsproceß und dafür, daß sie nicht als eine blos secundäre, untergeordnete Erscheinung zu betrachten ist. Dieser Umstand und die Analogie der Meteorsteine, welche gewissermaßen als heißflüssige Weltkörper zur Erde gelangen, machen es wahrscheinlich, daß die Laven Ergießungen eines heißflüssigen Erdkernes sind. Wenn ich sage, die Analogie der Meteorsteine

spreche dafür, so muß ich hinzufügen, daß damit nicht etwa behauptet sein soll, diese merkwürdigen kosmischen Körper befänden sich während ihres Umherschwärmens im Weltraume stets im heißflüssigen Zustande, sondern es liegt dabei der Gedanke zu Grunde, daß sie als kosmische Dunstmassen (gasförmige Weltkörper) erst bei ihrer Annäherung an die Erde in einen dichteren, eine kurze Zeit lang heißflüssigen Zustand eintreten, aus welchem sie dann zu lavaartigen Gesteinen erstarren.

Wo irgend Quellen mineralische Bestandtheile in größeren Mengen enthalten, oder Bäche und Flüsse Schlamm, Sand und Geschiebe mit sich fortführen, da können Sie im Verfolg ihres Laufes sicher auch eine Ablagerung dieser chemisch oder mechanisch getragenen Bestandtheile beobachten. Auf diese Weise entstehen neptunische Gesteine vor unseren Augen. In weit größerem Maßstabe vermuthlich auf dem Boden des Meeres. Von den besonderen örtlichen Umständen hängt es ab, ob die chemischen Bestandtheile des Wassers für sich allein auskrystallisiren (als Kalksinter, Kieselsinter u. s. w.), oder ob sich dieselben mit mechanisch niederfallenden Theilchen verbinden, zuweilen ihnen als Cäment dienend, oder endlich, ob nur mechanisch fortgeführte Theilchen als Schlamm-, Sand- und Geschiebelager angehäuft werden, aus denen später durch Druck oder eingedrungenes Cäment Schieferthon, Sandstein und Conglomerat hervorgehen. Es lassen sich hiernach die Gesteinsbildungen durch Wasser in zwei bis drei Abtheilungen sondern, in chemische, mechanische und aus beiden gemischte.

So viel steht auch hier wieder fest, daß eine Menge Gesteine auf diese neptunische Weise sich bilden und seit lange gebildet haben. Insbesondere gehören dahin alle Schichtgesteine. Ferner steht fest, daß bei allen jetzigen neptunischen Bildungen das Material zu denselben von irgend einem früher schon vorhandenen Gesteine entnommen wird, der Art, daß wir sie niemals als etwas Primäres, Ursprüngliches betrachten können, oft aber für etwas viele Mal nacheinander Umgebildetes halten müssen. Der verwitterte Granit liefert Sandkörner und Bindemittel zu Sandstein, und dieser, wieder zerstört, liefert wieder neues Material zu neuem Sandsteine u. s. f.

Zu den chemischen Niederschlägen aus Wasser habe ich im Obigen nur diejenigen gerechnet, welche durch Verdunstung, Abkühlung, Entweichen der Kohlensäure oder Hinzutreten irgend eines Niederschlagsmittels, also nach bekannten chemischen oder physikalischen Gesetzen erfolgt sind oder erfolgen. Außerdem besitzen aber auch alle Organismen die Eigenschaft, gewisse mineralische Bestandtheile aus der Luft und aus dem Wasser niederzuschlagen und in ihren Körpern oder äußeren Hüllen zu fixiren. Besonders auffallend ist das bei den Korallen, Muscheln und Infusorien, die unermeßliche Quantitäten von kohlensaurem Kalk und selbst Kieselerde aus dem Wasser absorbiren und in ihren Gehäusen oder Schalen fixiren. Durch Anhäufung dieser Gehäuse und Schalen entstehen oft mächtige Korallenriffe, Muschelbänke und Infusorienschalenlager. Hierher müssen wir auch die Fixirung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes (der Atmosphäre) in Pflanzen und Thieren rechnen, deren angehäufte Körper, durch Gesteinsschichten bedeckt, zu Kohlenlagern werden, und ebenso scheint es, daß gewisse Infusorien die Eigenschaft besitzen, als wahre Eisenfresser Eisenoxyd niederzuschlagen und so die Bildung von Eisensteinablagerungen zu befördern. Alle diese Bildungen lassen Sie uns als organische Gesteinsbildungen bezeichnen, obwohl sie, meistentheils durch Wasser vermittelt, im weitesten Sinne des Wortes auch zu den neptunischen gerechnet werden können. Auch sie sind vielleicht niemals primäre. Die Pflanzen und Thiere erzeugen nicht den Kohlenstoff, kohlensauren Kalkstein u. s. w., sondern sie fällen ihn nur aus Solutionen, in welchen sich diese Bestandtheile meist nicht einmal ursprünglich befanden.

Nun bleibt uns noch eine vierte Bildungs- oder vielmehr Umbildungsweise von Gesteinen zu besprechen übrig, das ist die metamorphische.

Stete Bewegung, Aenderung des Zustandes der Substanz, ist eines der allgemeinsten Gesetze der Natur. Nichts in der Welt bleibt unverändert, nur der Grad oder die Energie der Aenderung sind sehr ungleich. Der Krystall, welcher tausend Fuß tief unter unseren Füßen im Gesteine schlummert, scheint uns absolut unveränderlich und unbewegt, die Zeit scheint an ihm wirkungslos vorüberzugehen, wenn wir ihn mit der keimen-

den Knospe vergleichen oder mit dem Wassertropfen, der dem beständigen Kreislaufe durch drei Aggregatzustände unterliegt. In Wirklichkeit ist aber auch dieser Krystall nicht ohne Bewegung und nicht unveränderlich. Er wandert mit der Erde um die Sonne, die ihn anzieht; er war nicht immer, was er ist, und er wird es nicht ewig bleiben. In diesem Sinne bleibt kein Theil der Erde, kein Gestein stets in demselben Zustande. Aber die Aenderungen, die mit ihm vorgehen, sind dem Grade und der Zeit nach sehr ungleich, je nachdem sie von allgemeinen oder besonderen, mehr oder weniger energischen Ursachen bedingt werden.

Wir müssen daher wohl unterscheiden zwischen den äußerst langsamen und gleichmäßigen Umwandlungen der Gesteine, welche von allgemeinen Ursachen herrühren, und den schnelleren, welche durch besondere locale Ursachen hervorgebracht werden, und deshalb eine Vergleichung gestatten mit den anderen Theilen desselben Gesteins, welche dieser besonderen Einwirkung nicht unterworfen waren.

Zu den allgemeinen Ursachen der langsamen Gesteinsumwandlung gehören Druck, Erdwärme und chemische Actionen, welche von den Bestandtheilen der Gesteine selbst, von der Atmosphäre oder vom Wasser ausgehen. Durch solche Ursachen entstanden und entstehen aus Thon: Thonstein, Schieferthon und Thonschiefer; aus Sand: Sandstein u. s. w., wobei eben nur die kleinsten Theilchen sich fester oder nach bestimmten Richtungen verbinden. Die festesten Felsen gehen durch ebenso allgemeine Ursachen an ihrer Oberfläche in einen mürben Zustand über, sie verwittern.

Zu den besonderen Ursachen der Gesteinsumwandlung gehören dagegen: sehr erhöhte Temperatur und die Einwirkung von Säuren und Salzlösungen im tropfbar flüssigen oder gasförmigen Zustande. Beide diese Einwirkungen sehen wir gegenwärtig vorzugsweise in Verbindung mit der vulkanischen Thätigkeit. Die Industrie der Menschen hat sich vieler dieser energischen Umwandlungen bemächtigt. Steinkohlen verwandelt man in Koaks, Thon und Lehm in Ziegel, oder durch noch höhere Temperatur in Porzellan und Schlacken; Quarz mit Alkalien in Glas; Eisen durch Kohlenstoff in Stahl, und in der Nähe brennender Braun- und Steinkohlenlager können Sie einige

ganz ähnliche Operationen der Natur beobachten. Doch ich will Sie nicht mit Aufzählung so bekannter Beispiele ermüden, sondern zu Anwendung dieser Erfahrungen auf die Erklärung gewisser Gesteine übergehen, die man jetzt nirgends so sich bilden sieht, wie sie sich darstellen. Es gehören dahin vorzugsweise die sogenannten krystallinischen Schiefergesteine, außerdem aber auch: Fleckschiefer, Chiastolithschiefer, Schaalsteinschiefer, Hornfels, Graphit, Anthrazit, körniger Kalkstein, Dolomit und Gyps.

Wenn es auch im Allgemeinen nicht mehr bezweifelt werden kann, daß die meisten dieser Gesteine ihren gegenwärtigen Zustand erst durch bedeutende Umwandlungen (Metamorphosen) erhalten haben, so sind doch die Ansichten über die Ursachen und das Wesen dieser Umwandlungen der einzelnen Gesteine noch sehr verschiedene. Viele glauben, daß die Einwirkung sehr erhöhter Temperatur, oft verbunden mit gasförmigen Einströmungen oder heißflüssigen Einspritzungen, oder Durchdringungen, die Haupturſachen dieser metamorphischen Gesteinsbildungen gewesen, und daß diese Temperaturerhöhung entweder eine Folge der allgemeinen Centralwärme des Erdkörpers, oder eine Folge emporgestiegener heißflüssiger Massen gewesen sei. Andere halten hohen Druck bei allerdings auch erhöhter Temperatur und gleichzeitige Abschließung des Sauerstoffs der Atmosphäre, oder umgekehrt, gegen früher verminderten Druck und erhöhte Einwirkung des Sauerstoffs, für Haupturſachen. Haidinger hat darauf seine Theorie der katogenen und anogenen Umwandlungen begründet, die er hauptsächlich an den sogenannten Afterkrystallen nachzuweisen sucht, diesen merkwürdigen Fossilien, welche in der Form des einen Minerals die Substanz eines anderen enthalten, welche in der That für die Thatsache erfolgter Umwandlungen im Innern des Erdkörpers die schlagendsten Beweise liefern, und welche sich mit nichts besser vergleichen lassen, als mit Versteinerungen, deren Form von organischen Körpern herrührt, während ihre Substanz ganz mineralischer Natur ist.

Noch andere Geologen meinen, daß nicht nur die allgemeinen und langsamen, sondern auch viele energische Umwandlungen der Gesteine lediglich von innerer Thätigkeit ihrer eigenen chemischen Bestandtheile ausgegangen seien und noch ausgehen. Sie meinen z. B., aus einem sandigen Schieferthon

könne dadurch zuerst Grauwackenschiefer, dann Glimmerschiefer, dann Gneiß und endlich unter Erweichung und Emporpressen Granit geworden sein.

Da zu Gunsten aller dieser Ansichten gewisse Thatsachen angeführt werden, keine aber ganz direct zu erweisen ist, da ferner die eine nicht unbedingt, wenigstens nicht für alle Fälle, die anderen ausschließt, so mag jede derselben bis zu einem gewissen Grade berechtigt sein. Ich will versuchen, Ihnen die erstere, als die jetzt verbreitetste, weiter zu entwickeln und daran einzelne Bemerkungen über die anderen anknüpfen.

Denken Sie sich, der vorher heißflüssige Erdkörper habe durch Abkühlung eine feste Kruste bekommen und auf diese hätten sich nun Ablagerungen des Wassers, hervorgegangen aus der theilweisen Zerstörung der festen Kruste, immer dicker und dicker niedergeschlagen, so wurde durch diese Ablagerungen eine die Wärmeausstrahlung aus der früheren Oberfläche verhindernde Decke gebildet, und die Folge davon war ein Steigen der Temperatur in diesem bedeckten Krustentheil, sowie in der darauf gelagerten Decke, gerade so, nur in höherem Grade, wie unsere Körperoberfläche durch Mittheilung der inneren Körperwärme besonders warm wird, wenn wir sie mit einem Pelz bedecken, und wie ein Theil dieser Wärme sich sogar dem Pelz mittheilt. Dieses Steigen der Temperatur der früheren Oberfläche unter auf ihr erfolgter starker Bedeckung kann aber nicht nur bis zum gänzlichen Wiedererweichen der erstarrten Kruste, sondern selbst bis zum Erweichen des unteren Theiles der Bedeckung gestiegen sein, und so erklärt man in der That die Entstehung der großen Masse der krystallinischen Schiefer aus umgewandelten Ablagerungen des Wassers. Bei dieser Erweichung durch Wärme traten die Bestandtheile auf neue Weise und zwar in chemische und bei späterer langsamer Wiedererkaltung krystallisirende Verbindungen zusammen. Aus den mechanisch angehäuften Bestandtheilen von Quarz, Feldspath, Glimmer, Hornblende u. s. w., ward wieder Quarz, Feldspath, Glimmer, Hornblende. So bildeten sich aus Schieferthon und sandigem Schieferthon Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Gneiß oder sogar Granit, je nach den ursprünglichen Bestandtheilen der Ablagerung und je nach dem Grade der Erweichung durch Wärme.

War die Erweichung sehr groß und mit räumlichen Aenderungen verbunden, so wurden auch die umgeschmolzenen Massen, eben so gut als die ursprünglich heißflüssigen, in Spalten emporgedrängt, eruptiv. Diese Vorgänge betrafen aber nicht blos die vorherrschenden thonigen und sandigen Ablagerungen des ersten Wassers, sondern auch die späteren kalkigen oder aus organischen Substanzen (besonders Pflanzentheilen) bestehenden. Nun ist aber durch Experimente bekannt, daß der kohlensaure Kalk, wenn man ihn unter hohem Druck einer sehr hohen Temperatur aussetzt, schmilzt, ohne seine Kohlensäure zu verlieren, und daß derselbe dann bei recht langsamer Erkaltung eine krystallinisch körnige Textur annimmt, wie der weiße Marmor von Carrara. Dieser Umstand erklärt die Anwesenheit der körnigen Kalksteine zwischen den krystallinischen Schiefern; und da Kalkstein leichter schmilzt, als Gneiß oder Glimmerschiefer, so erklärt er zugleich, warum die körnigen Kalklager so oft auf eruptive Weise in die Zerspaltungen der sie ursprünglich umschließenden Gesteine eingedrungen sind.

Sehr merkwürdig sind auch die Umwandlungen der fossilen Pflanzenanhäufungen. Eingeschlossen zwischen mächtige Schichtmassen, konnten sie aus Mangel an Sauerstoff nicht verbrennen, aber sie verloren, je mehr und je länger sie allgemeiner oder besonderer Wärmewirkung ausgesetzt waren, um so mehr ihr Bitumen, und so finden wir denn zwischen festem Schieferthon Steinkohlenlager mit sehr wenig Bitumen, und zwischen den eigentlich krystallinischen Schiefergesteinen statt ihrer nur noch Graphitlager (bestehend aus unreinem Kohlenstoff) oder Diamantkrystalle. Das entwichene Bitumen aber hat oft darüber liegende Schichten durchdrungen, oder ist als Erdöl und Asphalt ausgeflossen.

Außer der mächtigen Reihe der krystallinischen Schiefer, welche offenbar aus der Tiefe nach der Höhe an Krystallinität abnehmen und sich allmälig durch Thonschiefer in Schieferthon verlaufen, finden sich nun aber noch eine große Zahl höchst wahrscheinlich metamorphischer Gesteine von isolirterer und geringerer Verbreitung. Sehr oft umgeben dieselben unter oder zwischen ihnen hervorragende Eruptivmassen, so der Hornfels den Granit des Harzes und den Grünstein des Thüringer Wal-

des, Knotenschiefer die Granite des Voigtlandes, Chiastolithschiefer die Granite der Bretagne und des Fichtelgebirges, Schaalsteinschiefer die Grünsteine im Nassauischen. Auch manche Gneiße bilden geradezu nur mantelförmige Hüllen von isolirten Granitkörpern im Glimmerschiefergebiet; so in den Gegenden von Schneeberg, Schwarzenberg und Geier im Erzgebirge. Alle diese Bildungen dürften nur Wiederholungen des oben geschilderten großen Processes im kleineren Maßstabe sein. Wo irgend eine mächtige Granit- oder Grünsteinmasse heißflüssig zur Oberfläche drang, da wirkte sie auch wieder je nach ihrem Volumen erhitzend, erweichend und umändernd auf ihre Umgebungen ein und immer kleiner und beschränkter, wenn auch zuweilen energischer, werden diese Einwirkungen mit der Abnahme des Volumens der Eruptivmassen. Die Basalte haben nur noch Verglasung, Härtung, Färbung oder Entfärbung und säulenförmige Zerspaltung ihres unmittelbaren Nebengesteins hervorgebracht, nicht aber ganze Gesteinszonen umgewandelt.

Endlich treten manche Gesteine, die man wohl mit Recht für umgewandelt hält, zuweilen ganz getrennt von lavaartigen Eruptivbildungen auf. Dahin gehören besonders Dolomit und Gyps. Von beiden setzen viele Geologen voraus, daß sie durch Umwandlung aus Kalkstein oder wenigstens durch besondere Einwirkung statt Kalkstein entstanden seien. Der Dolomit ist eine Verbindung von kohlensaurer Kalkerde (Kalkstein) mit kohlensaurer Talkerde. Da man nun eine solche Verbindung im Großen nirgends in der Natur als Gestein entstehen sieht, so mußte das schon einigen Verdacht gegen seine ursprüngliche Bildungsweise erwecken. L. v. Buch, der Begründer der neueren plutonischen Ansichten, beobachtete im Anfang dieses Jahrhunderts ganz eigenthümliche Beziehungen der merkwürdigen Dolomitfelsen des Fassathales zu den eruptiven Gesteinen, besonders dem Melaphyr jener herrlichen Alpengegend, welche ihn veranlaßten, den Dolomit für ein Product plutonischer Einwirkungen auf Kalkstein zu halten. Die Talkerde, meinte er, sei in irgend einem, vielleicht gasförmigen, Zustande in die Kalkfelsen eingedrungen, habe sie aufgebläht und im kohlensauren Zustande sich mit dem kohlensauren Kalk zu einem krystallinischen Gestein verbunden. Diese Deutung machte gerechtes Aufsehen

unter den Geologen, rief aber auch manche Einwendungen hervor, unter welchen die Unmöglichkeit einer Talkerdeverflüchtigung in unseren Laboratorien vorzüglich genannt zu werden verdient. Aber streng widerlegend ist dieser Einwand nicht, da die augenblickliche Unmöglichkeit, einen durch viele Umstände angedeuteten Naturvorgang experimentell nachzuahmen, noch keineswegs seine Unmöglichkeit überhaupt beweist. Die Chemie hat schon Manches von der Geologie gelernt und könnte also auch in diesem Falle vielleicht erst durch sie auf den Weg geführt werden, Talkerde zu verflüchtigen. Man ging dann weiter und meinte, die Talkerde könne an anderen Orten, wo die Verhältnisse nicht für ein späteres Eindringen derselben sprechen, durch benachbarte vulkanische (plutonische) Thätigkeit auch wohl zu dem eben niederfallenden Kalkschlamm hinzugetreten und mit ihm örtlich zu Dolomit krystallisirt sein. — Neuerlichst haben Haidinger und v. Morlot noch eine ganz andere Hypothese über die Dolomitbildung aufgestellt und durch Experimente zu erweisen gesucht. Sie meinen, der Kalkstein, durch Senkung und Ueberlagerung in große Tiefe der Erdkruste hinabgerückt, sei hier von Bitterwasser, welches schwefelsaure Talkerde aufgelöst enthält, durchdrungen worden, und dabei habe sich die Schwefelsäure dieser Solution mit einem Theil der Kalkerde verbunden, um dann irgendwo in der Nachbarschaft als Gyps zu krystallisiren, während die Talkerde die bei jener Verbindung frei gewordene Kohlensäure aufgenommen und als kohlensaure Talkerde sich mit der übriggebliebenen kohlensauren Kalkerde des Kalksteins vereinigt habe.

Sie sehen auch bei dieser Gelegenheit, daß es in der Geologie noch viele unentschiedene Fragen giebt, für die man mehrfache Beantwortungen versucht hat. Das sind natürlich stets die schwierigsten Fragen, den Krankheiten vergleichbar, für die man Hunderte von Mitteln empfiehlt, deren keines sicher hilft.

Für die metamorphische Bildung des Gypses finden Sie schon im Vorstehenden eine Deutungsweise; aber das ist wieder nicht die einzige. Auch durch Eindringen von schwefelsauren Dämpfen in Kalksteinlager oder in Kalkerdesolutionen, läßt man Gyps entstanden sein; oder dadurch, daß Anhydrit, d. i. wasserfreier schwefelsaurer Kalk, allmälig Wasser aufgenommen

habe, wobei dann aber immer noch das Problem der Anhydritbildung ungelöst übrig bleibt. Sei dem nun wie ihm wolle, so viel ist gewiß, daß der Gyps zuweilen unter Umständen auftritt, die eine gewisse Bewegung seiner Theile, einen erweichten Zustand des Gesteins andeuten, lange, nachdem seine Umgebungen fest waren. Er zeigt sich zuweilen geradezu eruptiv, aber freilich ohne alle jene Einwirkungen auf das Nebengestein, welche diejenigen Gesteinsmassen begleiten, bei denen wir, wie bei den Laven, eine Erweichung durch Wärme, eine Schmelzung, voraussetzen können. Ferner ist es gewiß sehr merkwürdig, daß der Gyps so gewöhnlich mit Steinsalz und so häufig auch mit Dolomit zusammen vorkommt, und zwar mit massenhaften Ablagerungen von Steinsalz, welche ebenfalls irgend eine besondere Ursache ihrer localen und mächtigen Anhäufung voraussetzen lassen. Ich kann mich bei Beachtung aller dieser Umstände nicht enthalten, zu vermuthen, daß die großen Gyps-, Anhydrit-, Steinsalz- und Dolomitmassen stets unter besonderer Einwirkung vulkanischer (plutonischer) Thätigkeit gebildet sind, sei es nun hier durch Umwandlung vorhandenen Kalksteins, dort durch Einströmen vulkanischer (schwefelsaurer und talkerdehaltiger) Dämpfe in ein kalkerdehaltiges Meer geschehen, durch welche zugleich ein mächtiger Salzniederschlag bewirkt wurde.

---

Vierundzwanzigster Brief.

## Geschichte der Organismen auf der Erde.

„Der Geolog blättert in den Schichten der Erde und liest die Geschichte der Schöpfung, seine Lettern sind die Versteinerungen."

---

Sie können über die Geschichte der organischen Schöpfung zu Ergänzung von v. Humboldt's Kosmos nichts Vollstän-

digeres studiren als Brown's treffliche Geschichte der Natur. Aber diese besteht aus mehreren Bänden, und darum muß ich es wohl versuchen, Ihnen eine kurze Uebersicht des Gegenstandes zu geben, die hoffentlich hinreichen wird, um die Andeutungen des Kosmos zu erläutern.

Wir kennen die Geschichte des organischen Lebens nur aus den Versteinerungen, diesen Ueberresten oder Spuren organischer Wesen, die sich vielfach im Innern der festen Erdkruste, namentlich in den Schichtgesteinen, vorfinden. Diese Ueberreste sind theils bloße Abdrücke der Form, theils ist die ursprüngliche organische Substanz mit erhaltener Textur in eine mineralische umgewandelt, oder vielmehr durch eine mineralische ersetzt, theils ist sogar die organische Substanz selbst noch mehr oder weniger vollständig vorhanden, wie z. B. bei den Insecten im Bernstein und bei diesem selbst. Gewöhnlich sind nur gewisse besonders feste Theile der vorweltlichen Pflanzen und Thiere erhalten oder abgeformt, z. B. Holz, feste Rinden und Blätter, Korallengehäuse, Muschelschalen, Fischschuppen, Knochen oder Zähne. Aus diesen Theilen hat man versucht, ganze Individuen zu construiren, was aber bis jetzt nur bei einigen dieser Ueberreste befriedigend gelungen ist. Doch hat sich dabei wenigstens so viel als sicher herausgestellt, daß die meisten derselben jetzt nicht mehr existiren, sondern ausgestorbene Arten bilden, die oft sehr stark von allen lebenden Formen abweichen. Es gehören aber ferner diese ausgestorbenen Arten keineswegs einer einzigen Schöpfungsperiode, einer einzigen sogenannten Vorwelt an, sondern sie rühren vielmehr aus sehr verschiedenen Perioden her, deren Organismen eben so sehr unter einander abweichen, als von denen der jetzigen Schöpfung. Die Abweichungen von den jetzigen Formen werden um so größer, in je älteren Schichten sich die organischen Ueberreste finden, und dazu ergiebt sich zugleich als ein sehr allgemeines Gesetz, daß in den älteren Gesteinsschichten die höheren Thier- und Pflanzenformen immer mehr und mehr verschwinden, die Säugethiere schon im Keuper, die Vögel im bunten Sandstein, die Reptilien im Rothliegenden, die Fische in der oberen Grauwacke. Es ergiebt sich daraus also eine

allmälige Entwickelungsreihe der organischen Formen, welche zugleich auf einen Anfangspunkt, auf eine Zeit schließen läßt, in welcher überhaupt noch keine Organismen auf der Erde lebten. Das ist aber Alles ganz in Uebereinstimmung mit der Bildungsweise des Erdkörpers, wie wir sie auch aus seiner unorganischen Zusammensetzung zu schließen berechtigt sind.

Die Verzeichnisse der Versteinerungen in den Schichtgesteinen lehren uns, daß die Art der Entstehung organischer Wesen, nicht ein momentaner, sondern ein durch alle geologische Perioden hindurch fortdauernder Proceß war, daß jede geologische Epoche durch ihre besonderen Geschöpfe charakterisirt wird, von denen nur einzelne aus einem Zeitabschnitt in den anderen hineinragen. Durch den Wechsel der äußeren Lebensbedingungen veranlaßt, sind immer neue Geschöpfe entstanden, vorhandene ausgestorben. Auf eine Fortdauer dieses Entstehens neuer und Verschwindens alter Organismen, wenn auch in geringerem Maße, deutet noch jetzt Vieles hin. Hat man auch in historischer Zeit noch nicht mit Bestimmtheit neue organische Species entstehen sehen, was bei den niederen Formen überhaupt schwer zu erweisen sein würde, auch wenn es vorgekommen wäre, weil man nie sicher wissen könnte, ob sie nicht blos früher übersehen worden waren; so ist es doch gewiß, daß viele Thierarten, seitdem der Mensch existirt, theils örtlich, theils überhaupt ausgestorben sind, weil ihnen die äußeren Lebensbedingungen nicht mehr zusagten, oder weil sie zu viele Feinde fanden. In Deutschland sind z. B. aus der Reihe seiner früheren Bewohner verschwunden das Rennthier, der Auerochs, der Bär und so ziemlich auch der Luchs und der Wolf. Seit 300 Jahren gänzlich aus dem Verzeichnisse der lebenden Wesen gelöscht scheint mit Sicherheit die Vogelgattung Dodo oder Dudu, welche zuletzt noch auf Isle de France lebte, und von welcher Sie hier eine aus den einzelnen Ueberresten ergänzte Darstellung erblicken. Ja viele Naturforscher sind der Meinung, daß den Arten eben so nur eine bestimmte Lebensdauer zukomme, wie den Individuen, über die hinaus ihre Fortpflanzung nicht mehr stattfinde.

Alle organiſchen Weſen bedürfen gegenwärtig zu ihrer Exiſtenz außer den allgemeinen Anziehungsverhältniſſen des Erdkörpers — der Schwere — und außer den noch wenig erkannten elektriſchen Einwirkungen, einen gewiſſen mäßigen Wärmegrad ihres Aufenhaltsortes, welcher + 60° unſerer hunderttheiligen Thermometerſcala im Allgemeinen nicht überſteigen und nicht unter 50° herabſinken darf; ferner bedürfen ſie Luft und Waſſer, ſowie die meiſten auch Licht und Erde, d. h. einen feſten Boden zum Einwurzeln oder Betreten. Aehnliche Bedingungen, welche an die vier Elemente des Empedokles erinnern, werden für organiſche Geſchöpfe unſerer Erde jederzeit nöthig geweſen ſein; erſt mit ihrem Eintreten ſind Pflanzen und Thiere entſtanden, und mit dem Wechſel der Natur und des Zuſtandes dieſer Lebenselemente haben ſich auch die Organe und äußeren Formen der Geſchöpfe verändern müſſen, ſowie noch gegenwärtig durch gewiſſe Veränderungen derſelben allmälig und nicht durch generatio aequivoca, ſondern durch gewöhnliche Fortpflanzung gewiſſe beſchränkte Abweichungen der vorhan-

denen Thier- und Pflanzenformen (Racen, Abarten) erzeugt werden.

Es wirken jetzt allerdings noch manche andere Umstände als jene durch Klima und Boden zu bezeichnenden Grundbedingungen auf das organische Leben ein, namentlich der Geist und die Hand des Menschen, sowie die gegenseitigen Beziehungen der Thiere und Pflanzen, welche jedoch nur Abarten, nie neue Species hervorbringen, da sie nicht erschaffen, sondern nur umbilden, und deren eigenes Dasein und Wirken erst durch jene Grundbedingungen möglich ist. Ich muß Sie hier sogleich darauf hinweisen, daß von sehr geachteten Naturforschern die Behauptung ausgesprochen worden ist, die Mannichfaltigkeit und der Wechsel der organischen Formen auf der Erde sei überhaupt nicht durch Entstehen ganz neuer Arten bedingt, sondern nur durch eine immer mannichfaltigere und höhere Entwickelung der ursprünglich entstandenen. Nach dieser Ansicht sind im Laufe unermeßlicher Zeiträume aus einer organischen Form, den jedesmaligen äußeren Verhältnissen entsprechend, alle anderen hervorgegangen, und wir haben darnach auch den Menschen als die höchste Entwickelungsstufe eines ersten organischen Keimes zu betrachten. Es hat diese Erklärung der Mannichfaltigkeit in der organischen Natur gar Manches für sich, zumal wenn wir die in dem kurzen Beobachtungszeitraum stattgehabten Umbildungen mancher Formen gehörig würdigen und dabei berücksichtigen, daß dieser Zeitraum gegen die Entwickelungsgeschichte der Erde in der That verschwindend klein ist. Jedenfalls sind wir berechtigt, aus der Natur versteinerter Organismen auf vorweltliche örtliche und allgemeine Zustände des Klima's und der Bodenoberfläche zu schließen, wobei uns die Kenntniß der gegenwärtigen klimatischen Verschiedenheiten der Erdoberfläche und ihrer Bewohner von großem Nutzen ist. Höchst interessant ist es deshalb, das Auftreten, die Dauer und das Verschwinden einiger besonders wichtiger Thier- und Pflanzengattungen oder Familien durch die ganze Reihe der Flötzgebirge hindurch zu verfolgen.

Die Familie der Equisetaceen, dieser durch unsere Schafthalme vertretenen Pflanzen, aus welcher bereits 84 fossile Arten bekannt sind, geht durch die ganze Reihe der Flötzgebirge

von den älteſten bis zu den jüngſten hindurch; ſie beſteht demnach ſeit den erſten Stadien der Schöpfung organiſcher Weſen, aber ſie zerfällt in drei auf einander folgende Abtheilungen, welche für drei große Perioden bezeichnend ſind, und gerade dieſer Plaſticität der Grundform iſt es zuzuſchreiben, daß ſie alle Perioden durchdauern konnte, während weniger nachgiebige Thier- und Pflanzenformen oft nur auf einzelne Gruppen oder Formationen beſchränkt ſind. Die älteſte Periode der Equiſetaceen, bis zur oberen Grauwackenbildung herab, iſt bezeichnet durch baumförmige Calamiten, deren Längsrippen über die Abgliederung ſich fortſetzen, ſo daß die letztere kein Zickzack bildet (a). Die zweite Periode, von der Kohlenformation bis zum bunten

Sandſtein, enthält ebenfalls baumförmige Calamiten, aber mit an der Gliederung abſetzenden und meiſt abwechſelnd ſtehenden Rippen, wodurch die Gliederungslinie gewöhnlich ein Zickzack wird (b). Doch muß ich Ihnen bemerken, daß dieſer Mangel an Blattſcheiden von Einigen dadurch erklärt wird, daß ſie die Calamiten für Ausgüſſe des inneren hohlen Raumes baumförmiger Equiſeten halten.

Die dritte Periode endlich, vom bunten Sandſtein bis zur gegenwärtigen Zeit, zeigt uns außer kleinen Calamiten den lebenden Equiſeten ſehr ähnliche Pflanzen mit ſogenannten Blattſcheiden an den Abgliederungen (c), von denen im Kohlengebirge nur Spuren vorkommen. Dabei iſt die innere Structur jener älteſten Equiſetaceen — eines Theiles der Calamiten — von der der heutigen ziemlich abweichend, obwohl darauf zurückführbar. Ihr wahrſcheinlich holziger Stamm iſt aus radialen Lamellen zuſammengeſetzt und von einzelnen Längencanälen durchbohrt.

Die Lycopodien, welche ebenfalls in den älteſten Schichten ſchon vertreten ſind, ſpielten namentlich in den Wäldern der

Steinkohlenbildungszeit eine sehr wichtige Rolle, da sie baumförmig als Lepidodendra, Lycopodites, Knorria und Sagenaria in großer Zahl und Mannichfaltigkeit auftraten, während sie später und bis jetzt nur als schwache Ranken am Boden umher krochen. Es sind 161 fossile Arten unterschieden worden.

Diese Wälder der Steinkohlenperiode, von denen Unger in seinen vorweltlichen Vegetationsansichten eine prachtvolle Skizze liefern wird, müssen noch den eigenthümlichen unheimlichen Zauber lautloser Stille und Unbelebtheit gehabt haben. Kein Raubthier lauerte hinter den Stämmen, kein Pflanzenfresser schwelgte in der Fülle des Laubes, kein bunter Vogel wiegte sich auf den Zweigen, kein giftiges Reptil kroch auf dem sumpfigen Boden, der höchstens von einzelnen stummen Süßwassermuscheln bewohnt war.

Keine andere Pflanzenfamilie kommt so häufig und in so mannichfacher Form versteinert vor als die Farren (man kennt

Google

schon weit über 500 fossile Arten), woran nicht etwa blos das schwer zerstörbare Wesen ihrer Substanz, sondern offenbar auch das wirkliche Vorherrschen kryptogamischer Gewächse der Vorwelt Schuld ist. Von der Grauwacke bis zum Rothliegenden herauf sind es große, zum Theil baumförmige Farrenkräuter, welche uns durch oft sehr zierliche Formen überraschen; es finden sich davon nicht nur Abdrücke der Stämme (Protopteris und Caulopteris) und Blätter (Pecopteris,

a. Sphaenopteris. b. Neuropteris. c. Pecopteris (eine seltene Art).

Sphänopteris, Neuropteris u. s. w.) in großer Zahl, sondern auch Stammtheile mit wohl erhaltener innerer Structur (Tubicaulis, Psaronius, Porosus). In späteren Formationen werden die Farren nicht nur kleiner, sondern auch seltener, bis sie auf diese Weise den Verhältnissen der lebenden Flora sich anschließen.

Hier reihen sich nun noch einige vorweltliche Pflanzenformen an, welche nur älteren Perioden angehören, und deren verwandtschaftliches Verhältniß zu lebenden Pflanzen noch nicht hinreichend festgestellt ist; dahin gehören die quirlblätterigen Asterophylliten, die Stigmarien und Sigillarien, welche wahrscheinlich als Wurzeln und Stämme zu einander gehören. Von diesen problematischen Pflanzen kennt man 146 fossile Arten.

Aus der Klasse der monokotyledonen Pflanzen, welche in der Grauwacke noch zu fehlen scheinen, werden bis

zur Kreide herauf nur wenig, überhaupt etwa 100 Arten, gefunden, von denen 37 zu den Palmen gehören.

Die Cycadeen werden durch 87 foſſile Arten vertreten, welche beſonders den Gattungen Cycatites, Zamites, Pterophyllum und Nilſonia, vielleicht auch Medulloſa angehören, die ſich von der Kohlenformation an, am häufigſten aber in der Jura- und Kreidegruppe finden.

Die Nadelholzbäume (Coniferen u. dergl.) beginnen in der Kohlengruppe, documentiren ſich vielfach durch deutliche Holztheile, Zapfen und Nadeln aus den Gattungen Pinites, Abietites, Araucarites, Voltzia, Juniperites, Cupreſſites, Thuites, Taxites u. ſ. w., aus denen über 150 foſſile Arten bekannt ſind, und reichen ununterbrochen bis zur lebenden Schöpfung herauf.

Von den übrigen wahren Dikotyledonen dagegen ſind die früheſten Ueberreſte mit Beſtimmtheit erſt in der Kreidegruppe bemerkt worden, wo die ſogleich wieder erlöſchende Gattung Credneria mit ihren dicken Randrippen, ſie auf eine beſonders auffallende Weiſe repräſentiren hilft. Die Zahl dieſer bis jetzt bekannten, zum Theil aber noch ſehr unſicheren foſſilen Arten beläuft ſich auf 350.

Im Ganzen kennt man etwa 1700 foſſile Pflanzen- und 2346 foſſile Thierarten.

Die deutlichen Schalen von Infuſorien, dieſen kleinſten der bekannten lebenden Weſen, hat man bis jetzt nur in ziemlich neuen Schichten und bis zur Kreide abwärts aufgefunden. Dieſe neuen Schichten aber beſtehen zuweilen faſt ihrer ganzen Maſſe nach daraus, und der ſcheinbare Mangel in älteren Schichten iſt vielleicht nur dadurch bedingt, daß die Formen unkenntlich geworden ſind. Man kennt ſchon gegen 700 foſſile Infuſorienarten.

Die ebenfalls meiſt ſehr kleinen Polythalamien oder Foraminiferen, von denen ziemlich 900 Arten als foſſil bekannt ſind, zeigen ſich am häufigſten in der Kreide (die weiße Kreide beſteht faſt nur daraus) und den Schichten zunächſt darüber, die zuweilen faſt ganz aus Nummuliten (Bonifaciuspfennigen) zuſammengeſetzt ſind.

Korallen treten ſchon in den älteſten Schichten ſehr zahlreich auf; die dort beſonders vorherrſchenden Gattungen ſterben jedoch zum Theil bald wieder aus; z. B. Catenipora (die Kettenkoralle) und Syringopora (Halyſites und Harmodytes) rei-

chen höchstens bis in den Kohlenkalkstein, Calamopora bis zum Zechstein, in welchem Gorgonia vorherrscht, und Cyathophyllum (die Becherkoralle) bis zur Juragruppe. Neue Gattungen treten hierauf besonders im Jurakalk auf, z. B. die sehr häufigen: Scyphia, Tragos, Achilleum, Manon und die Sternkorallen (Astrea), welche bis heute fortbestehen, sowie die schnell wieder erloschenen Cnemidien. Bis zur Kreide, und in dieser den Culminationspunkt erlangend, reicht Siphonia. Die Ventriculiten und die sonderbaren Hippuriten, welche L. v. Buch den Korallen, andere Naturforscher aber den zweischaligen Muscheln zurechnen, kommen nur in der Kreidegruppe vor. Im Ganzen kennt man jetzt etwa 3700 fossile Korallenarten.

Apiocrinites rotundus.

Die überaus zierlichen Gestalten der Meerlilien oder Crinoideen (Stylasteriden) gehören gänzlich der Vorwelt an und erlöschen schon in der Kreide fast völlig. Man kennt davon 348 Arten. Einige Gattungen derselben herrschen in der ältesten Periode vor, wie Cyathocrinites, Rhodocrinites und Actinocrinites. Die Encriniten sind auf den Muschelkalk beschränkt, andere beginnen in der Jurazeit, z. B. Apiocrinites, Pentacrinites, und reichen, wie erwähnt, höchstens bis zur Kreide, welcher die Marsupiten ausschließlich angehören.

Weit später als die Crinoideen beginnen andere Familien der Radiarien, und zwar die freien Seesterne — diese Orden der Vorwelt — in der Triasgruppe, die Echiniten oder Seeigel wesentlich erst im Jura, während einzelne allerdings schon im Kohlenkalkstein gefunden werden. Mehre Gattungen derselben reichen bis in die lebende Schöpfung (z. B. Comatula, Aste-

Cidarites clavigera.

rias, Ophiura, Cidaris, Echinus, Clypeaſter, Spatangus), andere ſind bald wieder ausgeſtorben (Gaterites, Nucleolites, Ananchytes). Im Ganzen ſind 980 foſſile Arten bekannt.

Die Brachiopoden, dieſe gewiſſermaßen aus zwei ſymmetriſch verwachſenen Individuen beſtehenden Thiere, gehören zu den am meiſten in der ganzen Flötzreihe verbreiteten Muſcheln, während ſie lebend nur noch durch ein paar Arten vertreten werden. Da nun ihre Geſtalt zugleich ſehr mannichfach iſt, was eben die Ausdauer der Familie durch alle Perioden möglich gemacht hat, ſo dienen ſie als ganz beſonders brauchbare Hülfsmittel zur Beſtimmung der Formationen, wozu jedoch ein ziemlich genaues Studium derſelben gehört. In den älteſten Formationen herrſchen beſonders die Gattungen: Spiriſer, Orthis und Productus vor, welche, ſtets abnehmend an Verbreitung, bis in die Triasgruppe reichen, während die Gattung Terebratula, ebenfalls in der Grauwacke beginnend und bis in unſere Meere reichend, im Jura und in der Kreide das Maximum ihrer Entwickelung erlangt. Dabei glaubt L. v. Buch als eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit angeben zu können, daß bei den Brachiopoden der älteren Zeit die dickſte Stelle der Muſchel nach dem Schloſſe zu, bei den mittleren in der Mitte, bei den jüngſten endlich nach dem äußeren Rande zu liege. Die Gattung Lingula, im bunten Sandſtein beginnend, exiſtirt noch lebend, Crania und Anomia finden ſich jedoch nur verſteinert, erſtere gehört nur der Kreidezeit, letztere der Molaſſe zu. Man kennt 952 foſſile Brachiopodenarten, wovon 419 allein der Gattung Terebratula angehören.

Die übrigen zweiſchaligen Muſcheln (4716 foſſile Arten) beginnen vorzüglich erſt von der Triasgruppe an recht herrſchend zu werden, in den älteren Schichten kommen ſie verhältnißmäßig nur ſparſam vor (Conocardium, Poſidonomya u. ſ. w.). Die Gattungen Myophoria, Avicula und Plagioſtoma erreichen ihr Maximum im Muſchelkalk, Pecten, Gryphäa, Oſtrea, Lyriodon

(Vertreter von Myophoria) und Pholadomya in der Juragruppe, Exogyra, Inoceramus, Pinna, Lima (als Vertreter von Plagiostoma) und Spondylus in der Kreidezeit, Arca, Dreisena, Panopäa, Crassatella, Solen und Pectunculus erst in der Molasse oder noch später.

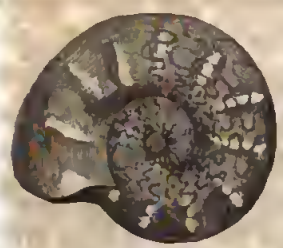
Die einschaligen Mollusken oder Schnecken (mit 6110 fossilen Arten), welche erst in der Molasse recht häufig, nach Zahl der Gattungen, Arten und Individuen häufiger als die zweischaligen, werden, finden sich zwar auch schon in älteren Schichten, da aber gewöhnlich nur als Steinkerne, d. h. Ausgußformen der inneren Hohlräume, bei denen die sichere Unterscheidung der Genera oft sehr schwer fällt.

Weit leichter zu unterscheiden sind die sonderbaren Formen der sehr verbreiteten und durch ihr ganzes Auftreten geologisch sehr wichtigen Cephalopoden, welche im Allgemeinen in der Vorwelt eine viel bedeutendere Rolle gespielt haben als jetzt. Sie

bilden ähnlich wie die Equisetaceen und Brachiopoden wahre historische Reihen. Die erste dieser Reihen ist die der Orthoceratiten, Belemniten und Sepien. Die Orthoceratiten nämlich, von denen man 153 Arten kennt, sind lediglich auf die ältesten Zeiten bis zum Zechstein beschränkt, dann tritt eine lange Periode ein, aus welcher keine geradschaligen Cephalopoden bekannt sind. In der Juragruppe versucht eine ähnliche Gattung zuerst wieder ihr Glück; die Belemniten treten nämlich plötzlich mit großer Zahl der Individuen und Arten (98) auf, aber bald genug sind auch ihnen die Umstände nicht mehr behaglich gewesen, denn schon in der Kreide verschwinden sie gänzlich; später wird keine Spur mehr davon gefunden. Um Ihnen einen ungefähren Begriff von diesen sonderbaren Thieren zu geben, zeichne ich Ihnen hier ein ideal ergänztes Exemplar an den Rand.

Im fossilen Zustande findet man von diesem Thiere in der Regel nur die beiden inneren ineinander steckenden Kegel, deren innerer eine gekammerte Schale ist, welche von einer faserigen Scheide als Hülle umgeben wird. Diese fossilen Hüllen pflegt man in einigen Gegenden „Teufelsfinger" zu nennen. Gegenwärtigl eben aus dieser Reihe nur noch die entfernt verwandten Sepien oder Tintenfische, von denen Spuren (130 fossile Arten) allerdings bis in die Juragruppe hinab reichen. Hat man doch sogar den Tintenbeutel derselben in den Schichten des Lias noch so wohl erhalten vorgefunden, daß sich die Zeichnung des Thieres damit entwerfen ließ.

Eine zweite Cephalopodenreihe bilden die Ammonshörner, welche, von der Grauwacke beginnend, bis zu den oberen Kreideschichten ausdauern. Die erste Stufe dieser Reihe bilden die Goniatiten (194 fossile Arten), deren Kammerwände am Rande einfach ausgezackt sind. Auf sie folgen nach Ueberspringung mehrer Formationen, in welchen beinahe alle Cephalopoden fehlen, die beinah auf den Muschelkalk beschränkten Ceratiten (30 fossile Arten) oder Ammoniten mit am Rande wellenförmig gebuchteten und etwas gezähnten Kammerwänden. Endlich schließt die Reihe mit den wahren, durch vielfach lobirte Kammerwandränder ausgezeichneten Ammoniten, welche in der Jurazeit, durch 323 Arten vertreten, ihr Maximum erreichen, in der Kreide aber, wo man noch 200 Arten fand, schon selten werden, in allerhand Krüppelformen ausarten und ganz aussterben. Diese verhältnißmäßig kurze Dauer einer so überaus mannichfach entwickelten, so zahl- und artenreichen Gattung ist wirklich sehr auffallend und wird es



Ceradites nodosus.

Ammonites Elissbethae.

noch mehr durch das ganz ähnliche Schicksal der Belemniten, der Crinoideen und der meisten Saurier. Offenbar deuten diese Umstände sehr eigenthümliche Lebensbedingungen für die Jurazeit an; zugleich erscheinen aber auch diese Cephalopoden fast wie mißlungene Versuche, sehr poetische, aber unpraktische Gedanken der Natur; denn nachdem die Orthoceratiten, Goniatiten und Ceratiten bereits aufgegeben sind, entwickelt sie doch noch einmal ihre mächtige Schöpferkraft, indem sie sehr plötzlich nach einander mehr als 100 verschiedene Ammoniten- und Belemnitenarten entstehen läßt, welche eine Zeit lang örtlich fast die vorherrschenden Bewohner des Meeres gewesen zu sein scheinen, dann aber, nachdem sie noch in einige krüppelhafte Zweiggattungen (Baculiten, Scaphiten, Turriliten, Hamiten) ausgeartet sind, wieder spurlos aus der lebenden Schöpfung verschwinden.

Den verschiedenen äußeren Lebensbedingungen weit fügsamer scheinen die den Ammoniten sehr ähnlichen Nautilen mit ihren glatten Kammerwänden und ihrer durch die Mitte derselben verlaufenden Nervröhre gewesen zu sein, welche, von der Grauwackenzeit, besonders mit der ausgestorbenen Gattung der Clymenien (40 Arten) beginnend, noch jetzt, wenn auch als eine an die längst begrabene Vorwelt erinnernde Seltenheit der tropischen Meere, fortleben. Man kennt 130 fossile und nur 2 lebende Nautilen, überhaupt aber 1452 fossile Cephalopoden.

Clymenia inaequistriata.

Aus der Klasse der Crustaceen finden sich im Ganzen nur wenige deutliche Ueberreste in der Reihe der Flötzgebirge; darunter befindet sich aber die höchst interessante Familie der Trilobiten, welche, auf die ältesten Formationen beschränkt, seit der Steinkohlenzeit nicht mehr lebend existirt haben. Diese wun-

Calymene Blumenbachii.

derbaren Thiere können mit keiner lebenden Form genau verglichen werden, und ihre sehr zusammengesetzten Augen sind in unserer Schöpfungsgeschichte die ältesten zuverlässigen Zeugen der Anwesenheit des Lichtes. Wie häufig sie einst waren, lehrt schon die große Zahl der bekannten Arten (422).

Von der Steinkohlenformation an findet man schon Scorpionen und Krebsen ähnliche Thiere, welche sich mit lebenden Gattungen zum Theil sehr gut vergleichen lassen, obwohl die Arten natürlich noch nicht übereinstimmen. Die Gesammtzahl der fossil bekannten Crustaceenarten beträgt jetzt etwa 900.

Spuren von Insecten hat man an den Pflanzenabdrücken der Steinkohlenformation gefunden, Thierkörper derselben aber bis jetzt erst in der Juragruppe und den jüngeren Formationen, namentlich Libellen und Käfer. Die meisten und besterhaltenen enthält der Bernstein der Braunkohlenformation. Durch die große Zahl der in ihm aufgefundenen ist die Zahl der fossil bekannten Insectenarten auf 1570 gestiegen.

Die große Klasse der Fische, aus der man schon über 1300 fossile Arten kennt, von denen nur etwa 2 oder 3 noch lebend existiren, hat Agassiz in 4 Ordnungen zerfällt, von denen zwei, die Ganoiden und Placoiden, von der Grauwackengruppe beginnend, bis zur Lebenwelt reichen, während zwei andere, die Ctenoiden und Cycloiden, zuerst in der Kreide beobachtet werden. Diese schwimmenden Thiere der Vorwelt erscheinen sämmtlich den verschiedenen Medien, in welchen sie zu leben bestimmt waren, genau angepaßt; so sehen wir die ältesten Fische mit dicken festen Platten bedeckt, ohne Zweifel, um den Erschütterungen jener Zeiträume widerstehen zu können. Eine der wunderbarsten dieser ausgestorbenen Thierformen ist die des Pterichthys, die ich Ihnen als ein Beispiel sonderbarer Naturlaune hier vorführen wollte. In der Folge legten die Fische diese harte Hülle mehr und mehr ab, weil die verhältnißmäßige Ruhe eine solche Rüstung unnöthig machte.

Die erſten wirklichen Ueberreſte von Reptilien, von denen gegen 400 foſſile Arten bekannt ſind, findet man im Zechſteine: einen Protoſaurus, welche Gattung aber ſogleich wieder erliſcht. Fährten, welche wahrſcheinlich von Reptilien herrühren, hat man jedoch ſchon mehrfach im Rothliegenden aufgefunden. Dann folgen in der Triasgruppe Notoſaurus, Dracoſaurus, Phytoſaurus u. ſ. w., in der Juragruppe Ichthyoſaurus, Pleſioſaurus, Teleoſaurus u. ſ. w., in der Kreidegruppe Moſoſaurus, Iguanodon, Hyläoſaurus u. ſ. w., welche Genera größtentheils nach kurzem Beſtehen wieder verſchwunden ſind. Etwas ſehr Eigenthümliches iſt das drachenartige, geflügelte Thier, der Pterodactylus, welcher nur im Jurakalk vorkommt (S. 156). Von den Sauriern hat Esquiros [16]) in einer Beſchreibung des Pariſer geologiſchen Kabinets eine ſo lebendige Schilderung entworfen, daß ich nicht umhin kann, Ihnen hier mehrere Stellen daraus mit kleinen Abänderungen mitzutheilen.

Die Mehrzahl dieſer Saurier war beſtimmt, das hohe

Meer zu bewohnen: ihre Größe erscheint uns riesenhaft; ihr Leib war von einem knochigen Schuppenpanzer eingeschlossen, welcher zwei Platten, die eine für den Rücken, die andere für den Bauch, bildete. — Diese Ausrüstung stand ganz im Verhältnisse mit ihrer Stärke. Ein solches Thier konnte nur in einer Temperatur sich entwickeln und leben, welche jener der wärmsten Gegenden unserer heißen Zonen gleichkam — gleichwohl bewohnten diese Reptilien sogar unsere Gegenden, und selbst im Petschorabecken unter dem 65. Grade nördlicher Breite hat man ihre Ueberreste in großer Menge gefunden, welche nach Jahrhunderte langer Nacht aus ihrer Grabstätte unter Sand- und Kalksteinlagern hervorgezogen wurden. Wenn diese gewaltigen, von Menschenhand ausgegrabenen Thiere bei ihrer Wiederkehr auf die Oberfläche der Erde Empfindung und Leben hätten annehmen können — was würden sie wohl von unserm kalten Planeten gesagt haben? Aber solche Wesen hätten höchstens einen Augenblick zum Leben zurückkehren können, um sogleich von Neuem zu sterben.

Man muß demnach annehmen, daß im Laufe der Jahrtausende ungeheure Veränderungen auf unserer Erde vorgegangen sind, und das Leben in der Mannichfaltigkeit seiner Formen dieser allgemeinen Bewegung nur gefolgt ist. Unter den Thieren, welche dem stets wechselnden Einflusse der umgebenden Medien unterworfen waren, sind einige, deren Organisation jeder Veränderung unterlag; andere, von Natur plastischer organisirt, konnten sich den Veränderungen anpassen und mittelst einiger Concessionen in der Form von einer Periode bis zur anderen erhalten, wie wir das bei den Brachiopoden und Cephalopoden gesehen haben. Sie gehören demnach eben so gut zu den alten, wie zu den neuen Bewohnern der Erde, deren Revolutionen sie überstanden haben, ohne ihre Existenz dabei einzubüßen.

Der Augenblick ist nun gekommen, sagt Esquiros, um uns eine Vorstellung von dem Urzustande der Welt in der Periode zu machen, da diese staunenswerthen Reptilien, deren Ueberreste wir hier vor Augen haben, die Oberherrschaft auf Erden führten; ihre Aufeinanderfolge gleicht der Genealogie jener Despoten, die in alten Geschichten einander die Regierung

eines Königreichs übergeben. Da ist zuerst der Ichthyosaurus, der sich auf der erschreckten Erde zeigt. Sein Auftreten muß etwas Furchtbares, Fabelhaftes an sich gehabt haben; wie ein Riese des Oceans taucht er aus dem Abgrunde, worin die Ereignisse die erste Manifestation erschaffener Wesen verschlungen hatten. Was muß dieser Ichthyosaurus für ein Thier gewesen sein! Man muß dieses monströse Reptil sehen, um an seine Existenz zu glauben. Wie die Menschheit, so hat auch die Natur ihre fabelhaften Zeiten gehabt; fast scheint's, als ob sie sich in ihrer Kindheit darin gefallen habe, mit Erschaffung phantastischer Wesen ihr Spiel zu treiben. So bietet der Ichthyosaurus eine unerhörte Musterkarte entlehnter Formen dar — ein und dasselbe Individuum vereint in sich die Schnauze des Delphins, die Zähne des Krokodils, den Kopf der Eidechse, die Flossen eines Wallfisches und den Wirbelbau gewöhnlicher Fische. Was aber an diesem Thiere, bei welchem Alles außerordentlich war, am meisten in Erstaunen setzt, das ist sein enormes Auge: der Augapfel, der häufig größer als ein Menschenkopf ist, war eine Art angezündeter Laterne, die bei Nacht die Fluthen durchdrang. Dieses Ungeheuer, in einen langen mächtigen Schweif sich endend, lebte in einem Meere, das außer ihm von Fischen und zahlreichen Mollusken bewohnt war; von Zeit zu Zeit kam es auf die Oberfläche der Wasser, um Luft zu schöpfen und einen Blick auf den Ocean zu werfen, dann tauchte es wieder unter, um auf Nahrung auszugehen. Sein Rachen muß eine mächtige Oeffnung gehabt haben und war überdies mit ganzen Reihen zahlreicher spitziger Zähne bewaffnet. Mit diesen furchtbaren Angriffsmitteln stand seine Gefräßigkeit im Verhältnisse.

Nicht zufrieden, diese seit Jahrtausenden vergrabenen Thiere wieder an's Licht zu ziehen, ist die Wissenschaft sogar bis in ihre Eingeweide eingedrungen und hat in dem Bauche des Ichthyosaurus schlecht verdaute Ueberreste von Fischen und Reptilien gefunden. Einige dieser Ichthyosaurier maßen häufig sogar im Innern der Bauchhöhle gegen 30 Fuß in der Länge. Der Ichthyosaurus war ohne Zweifel der größte Tyrann der Meeresbevölkerung und eine ihrer furchtbarsten Plagen: die Verheerung muß erstaunlich gewesen sein, wenn einer dieser hohen, festge-

panzerten Barone über das fliehende Heer seiner Vasallen herfiel. Sein schmaler Schädel, das große Auge und die weite Kluft der Kinnladen zeigt uns, daß sich die Natur in diesem zweiten Zeitalter der Erde nicht ausschließlich auf die Zwischenordnung der Reptilien beschränkte, sondern ihnen auch Formen auferlegte, welche unserer Vorstellung gemäß dem Instincte dieser Thiere — wenn nicht etwa dem der Fleischfresser — nur wenig angepaßt waren. Diese kriegerischen Souveraine der Wasser scheinen blos in die Welt gerufen gewesen zu sein, um eine blinde mechanische Absorptionskraft darin auszuüben: ihr Werk war wahrscheinlich eine Nothwendigkeit, denn unter die Plane der Natur gehört auch die Zerstörung als eine Regierungsmaßregel. Das Fischgeschlecht scheint besonders in den ersten Zeiten mit einer erstaunlichen Zeugungskraft begabt gewesen zu sein; sein einsamer Zustand hatte ihm gestattet, sich unter der ruhigen Wasserfläche ganz unverhältnißmäßig zu vermehren. — Vielleicht um diese Meeresgeneration in den Grenzen zweckmäßigen Wachsthumes zu erhalten, oder durch diese reiche Nahrung begünstigt, entwickelte sich die Form der Ichthyosaurier mit ihrem enormen Appetite, ihren riesigen Vernichtungskräften. — Diesem Monstrum folgen andere, noch viel außerordentlichere Creaturen. Der Plesiosaurus rechtfertigt die Hydren, Drachen und alle anderen fabelhaften Thiere, mit denen die Heraldik ihre phantastische Welt bevölkert hat. Mit dem Kopfe der Eidechse und den Zähnen des Krokodils, mit dem Rumpfe und Schweife des Vierfüßlers, mit den Rippen des Chamäleons und den Finnen des Wallfisches — so haben wir den Plesiosaurus vor uns. Man begreift kaum, wie ein solches Thier nur leben konnte; und am meisten überrascht uns noch die unerwartete Länge seines Halses. Die Lebensweise dieses Reptils läßt sich aus diesen äußeren Charakterzügen ableiten: der Plesiosaurus bewohnte blos seichte Meere und Buchten und schwamm auf der Oberfläche des Wassers, indem er den schlanken, biegsamen Hals wie eine Schlange nach allen Seiten wendete, um seine

Beute zu erhaschen. Welch' ein Anblick — dieses schwimmende Reptil an sich vorüberziehen zu sehen! Nichts von Allem, was heutzutage in der Natur existirt, erinnert auch nur entfernt an ein solches Geschöpf; aber auch die Meere, die jenes erstaunliche Thier gesehen, existiren nicht mehr.

Obwohl der Plesiosaurus in einzelnen Arten eine merkwürdige Größe und ein wunderbares Volumen — oder besser gesagt, gerade weil er solche erreichte, konnte er dem furchtbaren Umsturze, der die ältere Gestaltung der Welt verwischte, nicht widerstehen. Nach ihm kam der Mosasaurus, mit sehr starken Zähnen bewaffnet, die bei ihm bis in den Gaumen hinabreichten, und der Megalosaurus, eine Eidechse von der Größe eines Wallfisches, mit Zähnen gespickt, die vermöge ihrer mechanischen Anreihung sowohl mit dem Messer als mit dem Säbel und der Säge Aehnlichkeit haben. — Beide als Raubthiere und Verwüster des oceanischen Reiches. Auch dieser Megalosaurus scheint ein furchtbares Thier gewesen zu sein, ein Vandale des Oceans, ein monströser Attila, von der Natur in jenen Zeiten der Barbarei zur Vertilgung der dem Untergange geweihten Meeresgeschlechter gesendet! Beim Anblicke dieser unglaublichen Ueberreste, dieser gigantischen Waffen, dieser kolossalen Panzerrüstungen kann man sich kaum enthalten, an furchtbare Schlachten zwischen diesen Meeresschlangen zu denken, welche in denselben Wassern lebten, dieselbe Beute verfolgten und durch ihre Anzahl einander immer näher kamen. Welch' ein Augenblick, wenn diese Schuppenmassen aufeinander trafen, wenn ihre zornigen Bewegungen das Meeresbecken mit Macht aufrührten!

Dieses bepanzerte Volk der Saurier nahm nicht allein das große Wasser ein, auch der Himmel war ihm zur Ausbreitung seiner Herrschaft angewiesen worden: fliegende Schlangen, die Merkmale des Vogels, der Eidechse und der Fledermaus in sich vereinigend, zogen zischend durch die Lüfte und nährten sich von Fischen und Insecten, auf die sie wie die Schwalben herabstürzten. Diese erstaunlichen Flügelthiere, deren Anblick uns erschrecken würde, wenn man sie heutzutage sähe, waren ohne Zweifel die Vorgänger der Vögel mit großen Flügeln, welche in der damaligen, mit kohlensaurem Gase überladenen Atmo-

sphäre noch nicht hätten existiren können. Die Natur trachtet in allen Perioden, ihr Reich mit solchen Wesen zu bevölkern, welche den äußeren Lebensbedingungen stufenweise angepaßt sind.

Die Größe ihrer Augen hat manche Naturforscher zu dem Glauben veranlaßt, diese Pterodaktylen müßten Nachtraubthiere gewesen sein, und in einer Zeit, da die Fledermäuse noch nicht bestanden, als Meereswunder die Finsterniß durchfurcht haben. Wie aber auch ihre Lebensgewohnheit beschaffen sein mochte, so krönten sie jedenfalls würdig jene Wunderwelt von eigenthümlichen, heutzutage unmöglichen Thieren, wie sie dieses Zeitalter der Erde bezeichnen.

Wir müssen jedoch beim Anblicke dieser Urthiere jeden Gedanken an das Wunderbare und Monströse fern halten: sie waren für ihre damalige Welt gerade so natürlich, wie die jetzigen Thiere für die nunmehrige Periode. Je tiefer man in jene großen Epochen der Schöpfungsgeschichte eindringt, desto deutlicher sieht man, wie sich die Natur fortwährend in Harmonie mit sich selbst erhalten hat: dieselbe Erschütterung, welche durch Umsetzung des Liquidums die Meeresbevölkerung erneuerte, führte in der Atmosphäre ähnliche Veränderungen mit sich, welche sodann die Landthiere wie die Pflanzen gleichermaßen umgestalteten — Alles schritt zu gleicher Zeit und nach gegenseitig solidarischen Gesetzen vorwärts. Wenn uns demnach diese Urthiere so sehr in Erstaunen setzen, so ist der Grund der, daß diese Welt seit deren Untergange sich beträchtlich verändert hat, und daß wir für einen dauernden Zustand zu halten geneigt sind, was nur eine der vorübergehenden Phasen der Natur gewesen.

Wie war nun aber die Welt in jenem Zeitalter der Jugend beschaffen? Wir haben so eben gesehen, daß die Reptilien vorherrschten; ihr Reich war das weite Meer. Einige waren ausschließlich Bewohner der großen Gewässer, andere Amphibien, wieder andere hielten sich an die Erde und krochen um die von üppiger Vegetation bedeckten Savannen; auf dem Sande der

Meeresbuchten, der Seen und Flüsse lagerten sich diese, während ihre Knochenrüstung in den heißen Strahlen der Sonne funkelte, wogegen jene im Schatten der großen Rohr- und Bambusdickichte, der Palmen und anderer hochstämmigen Monokotyledonen weichgebettet lagen.

Es ist nicht so schwer, als man glauben könnte, sich dieses Mittelalter der Erde zusammen zu construiren: die Geologie, obwohl erst seit gestern geboren, hat durch ihre Ausgrabungen zahlreiche Nachweise gesammelt; nicht blos einige versteinerte Individuen sind wieder an's Tageslicht gekommen — nein, auch die Eier der Reptilien, ihre Excremente sogar hat die Wissenschaft andächtig gesammelt, auch durch ihre Fußspuren haben sich gewisse Thiere, die man jetzt nicht mehr findet, sowie die Lebensweise derjenigen geoffenbart, die sich in unteren Erdschichten erhalten haben. Beachten Sie im rothen Sandsteine die Fußspur einer Schildkröte oder eines Sauriers, welche sich in einer Zeit, da der Stein noch nicht verdichtet war, darauf bewegten — so haben Sie ein einfaches Thier, dessen gewöhnlichstes Wirken die Natur auf Erden zu verewigen Sorge getragen hat. Nun geht und sucht einmal die Spuren von den Siegertritten eines Alexander, eines Cäsar oder Napoleon auf dem Schauplatze ihrer Eroberungen!

Die Aera der Reptilien war noch nicht abgeschlossen, als jene Meeresbevölkerung eines Uebergangszeitalters sich bereits solchen Formen näherte, welche unserer eigenen Kenntniß nicht mehr so fern liegen. Der Teleosaurus, dem Krokodile näher stehend, und endlich das Krokodil selbst treten auf den Schauplatz. Es läßt sich vermuthen, daß diese Letztgebornen des Reptiliengeschlechtes die Kette bildeten, welche in der Reihenfolge der Zeiten und der Natur die Saurier mit den Säugethieren verknüpfen sollte — und hiermit ist der Augenblick gekommen, wo eine große Umwälzung sich vollenden mußte.

Von Vögeln finden wir die ersten Spuren in dem rothen Sandsteine des Staates Massachusets, welcher ungefähr dem bunten Sandsteine Deutschlands zu entsprechen scheint. Es sind das nur Fußeindrücke, aber von riesiger Größe; die 2 bis 17 Zoll langen Zehen und die 4 bis 7 Fuß langen Schritte deuten auf ein dem Strauß verwandtes Thier von erstaunlicher Größe hin, welches vermuthlich während der Ebbezeit auf dem trocken gelegten Meeres-

ſande ſeine Nahrung ſuchte. Lyell hat in der Bay of Foundy, wo die Fluth gegen 60 Fuß Höhe erreicht, durch einen Strandläufer noch jetzt dergleichen, nur weit kleinere Fußeindrücke bilden, und durch Sandanſchwemmungen der nächſten Fluthzeit begraben ſehen. Die älteſten Knochenreſte von Vögeln fanden ſich aber erſt in den weit neueren Schichten der Kreideformation und auch da ſehr ſelten, was bei der eigenthümlichen Lebensweiſe der geflügelten Thiere eben nicht ſehr verwundern kann. Häufiger ſind in neueſter Zeit in einigen Molaſſeſchichten des Mainzer, Pariſer und Londoner Beckens, ſowie in den alten Schlammablagerungen einiger Flüſſe Neuſeelands Vogelknochen gefunden worden, welche letzteren nach Owen zum Theil von ſtraußartigen Vögeln herrühren, die eine Höhe von 10 bis 14 Fuß gehabt haben müſſen. Man hat dieſen mehr als zwei Mann hohen Vögeln den Namen Dinoris gegeben, ihre Knochen rühren offenbar aus einer geologiſch ſehr neuen Ablagerung her; man hoffte anfangs, ſie im Innern von Neuſeeland oder Neuholland noch lebend aufzufinden, aber alle Nachforſchungen ſind bis jetzt vergeblich geweſen.

In den neueſten Ablagerungen Europa's ſind mehrfach ſchon verſteinerte Eier von Vögeln aufgefunden, deren Schalen noch ganz wohl erhalten ſind, während ihr Inneres mit Kalkſpath oder Kalktuff erfüllt iſt.

Ich habe Ihnen ſchon erzählt, daß gewiſſe fünfzehige Fußeindrücke im bunten Sandſteine eine Zeit lang für Säugethierfährten gehalten, dann aber mit mehr Wahrſcheinlichkeit Reptilien zugeſchrieben wurden. So tief in der Schichtenreihe ſind daher noch keine Säugethierreſte ſicher bekannt. Neuerlichſt glaubt Plininger im oberen Keuper Würtembergs Säugethierreſte aufgefunden zu haben, da aber dieſer neue Fall noch nicht mehrſeitig beſtätigt iſt, ſo ſind vor der Hand die Knochenreſte in den Stonesfielder Schiefern der engliſchen Juraformation als die älteſten zuverläſſig von Säugethieren herrührenden anzuſehen. Sie gehören einem Beutelthiere an, und das iſt um ſo merkwürdiger, da dieſe Thiere eine Mittelſtufe einnehmen zwiſchen den Eier legenden und lebendig gebährenden Thieren. Dieſe Zwitterweſen vereinigen gewiſſermaßen die Functionen des Eierlegens und des Säugens in ſich. Mit einer großen

Außentasche unter dem Magen versehen, deponiren sie ihre Jungen nach einer sehr kurzen Tragezeit in diesem Beutel. Die Halbgeborenen bleiben mit der Schnauze an den Brüsten der Mutter hängen, bis sie fähig sind, an die äußere Luft zu treten; sie werden auf diese Weise gewissermaßen zweimal geboren. Diese Uebergangswesen zweier Thiergruppen (der Vögel und Säugethiere) sind wahrscheinlich die ersten Säugethiere, welche die Erde betraten. Auch hier also ist ein deutlicher Fortschritt vom Niederen zum Höheren im Gange der Schöpfung zu bemerken.

Eine andere Hauptform, unter welcher die Säugethiere zuerst auf unserer Erde auftraten, ist die der Cetaceen; auch diese sind, wie Sie wissen, vermittelnde Glieder zwischen zwei Thierklassen, und zwar zwischen den Fischen und Säugethieren. Wallfische, Delphine, Seepferde, Seekühe und auch die wunderbare Form des Hydrarchos (Zeuglodon) gehören hierher. „Diese Meeresgäste" — schreibt Esquiros — „näherten sich häufig den Küsten, um dort ihre Nahrung zu suchen. Auf der klaren Fluth, die noch keine Barke, kein Schiff entweiht hatte, an den mit endloser Vegetation geschmückten Küsten, vornehmlich an der Mündung der großen in das Meer sich ergießenden Ströme, denke ich mir die Seekuh, wie sie als Wiederkäuer das Gras der Küste abweidet — ein eigenthümliches Thier: die zahlreichen, hochgeschwellten Brüste über das Wasser erhebend, die Flossen, von Weitem unseren Händen nicht ganz unähnlich, die Haare, dem reichen Schmucke der Frauen vergleichbar — so könnte man wähnen, ein Zwittergeschöpf, halb Mensch, halb Fisch vor sich zu haben, das wie die Tritonen und Sirenen der Alten das Reich des Oceans in jenen fabelhaften Zeiten besuchte."

Unter den später überwiegenden Landsäugethieren spielen die Pachydermen (Dickhäuter) eine wichtige Rolle. Diese zum Theil riesigen Pflanzenfresser lebten in den Wäldern und Grassteppen der Continente, auf welchen der Mensch erst weit später seine Herrschaft begründen sollte. Darwin hat trefflich nachgewiesen, daß zu ihrer Ernährung nicht gerade eine außerordentlich üppige Tropenvegetation nöthig ist, wie denn große Heerden solcher Thiere gegenwärtig das waldarme südliche Afrika bevölkern. Aber den Fleischfressern mußten sie den Ge-

Digitized by Google

ſetzen der Natur gemäß nothwendig vorausgehen. Paläotherien, Lophiodons, Anoplotherien, Cheiropotamen, Adapis und Xiphodonden und wie man ſie weiter benannt, bewohnten jene Welt. An die Spitze dieſer neuen Gäſte der Erde ſtellte ſich durch Kraft und monſtröſe Merkmale ein Thier, das unſere ganze Erfahrung in Erſtaunen ſetzt: im Schatten der rieſigen Coniferen, der hochſtämmigen Palmen, die ihre breiten Laubfächer im Windhauche wiegen,

Skelett des Mylodon robustus, dem Megatherium ähnlich.

ſeht Ihr nicht das wunderbare Megatherium aufrecht ſtehend oder träge gelagert, in ſeinem gewichtigen Knochenpanzer, die Hinterbeine wahre Pfeiler vorſtellend, wie es mit ſeinem Rüſſel Wurzeln ausreißt und zermalmt — eine Art Maſchine von ganz außerordentlicher Mächtigkeit? Dieſes Faulthier hat nicht nöthig zu fliehen oder zu verfolgen; die Unbeweglichkeit iſt ſeine Stärke, die drohenden Klauen und ſein eigenes Gewicht ſind

ihm Schutzes genug. Mag auch der Kuguar oder das Krokodil herankommen, das Megatherium fürchtet sich nicht: dieses wird mit einem einzigen Fußtritte zermalmt, der Kuguar mit einem Schlage seines Schuppenschweifes zu Boden geworfen. Diese lebendige Festung bewegte sich mit plumpen, langsamen Schritten über den Boden, der unter einer solchen Last aufseufzte.

Neben dem Megatherium lebte der Megalonyx, sein Bruder und Nebenbuhler beinahe, nur von geringerer Größe, mit langen scharfen Nägeln bewaffnet: auch dieses Thier ist jetzt unbekannt auf der Erde. Jene ganze Bevölkerung plumper, mächtiger Wesen wurde jedoch von dem Dinotherium giganteum, dessen Name schon seine enorme Größe andeutet, weit

übertroffen — seine Ueberbleibsel gleichen eher denen eines riesigen Denkmals, als den Resten eines Thieres. Zwei mächtige, abwärts gebogene Hauer am unteren Kinnbacken mochten dem Thiere ein wildes, grausenhaftes Ansehen geben. Wie müßte sich wohl eine so incommensurable Masse auf unserm mit Städten bedeckten und durch die Wohnsitze des Menschen eingeengten Continente ausnehmen!? Das Dinotherium bedurfte zum Aufenthalte die endlosen Einöden und die mit riesigen Bäumen bevölkerten Wälder, in denen die Natur die zu seinem Unterhalte nöthigen Materialien niedergelegt hatte — in unserer Welt möchte es schwerlich lange bestehen. Ein wichtiges Gesetz der geographischen Zoologie lehrt, daß die Natur den Wuchs der Thiere jederzeit den Orten anpaßt, die sie zu bewohnen bestimmt sind: und so setzen diese mächtigen Wesen eine gleich immense Umgebung voraus, worin sie ihre vereinzelten Massen bewegen konnten.

Gegenüber dem Dinotherium, diesem Riesen der alten Welt,

erhob sich ein anderer Koloß, dem die Wissenschaft den Namen Mastodon gegeben; obwohl dem Elephanten sich nähernd, war er dennoch in Bau und Größe von letzterem verschieden und gehörte noch zu einer älteren Ordnung der Dinge. Die fabelhafte Größe seiner Mahlzähne, die furchtbaren Spitzen, die aus ihnen hervorragten, und ein gewisses wildes Grauen, das das ganze Wesen umgab, ließ dasselbe lange Zeit für ein fleischfressendes Thier gelten, eine Ansicht, die durch die neuere Auffindung seines Riesenmagens, den man mit zermalmten Baumzweigen angefüllt fand, beseitigt wurde. Außerdem nährte sich dieses starkgliedrige Thier von Wurzeln und anderen fleischigen Pflanzentheilen, welche Lebensweise den Koloß nach feuchtem Moorboden oder dem Ufer der Flüsse hinzog, aus denen er mit seinem großen verlängerten Rüssel eine Menge von Wasser einsog.

Man hat die Vermuthung aufgestellt, diese Thiere könnten vielleicht in den uralten Gegenden Indiens und Amerika's noch in lebenden Exemplaren angetroffen werden — umsonst, denn wir sehen ja unsere jetzigen Continente nach allen Seiten von Reisenden durchstreift, zahlreiche Banden von Wilden nehmen die weitesten Länderstrecken ein, ohne daß jemals ein dem Megatherium, dem Dinotherium oder dem Mastodon ähnliches Geschöpf gefunden worden wäre.

Die Wilden haben über den Untergang dieses Riesenthieres eine Sage, deren naive Weisheit uns in Erstaunen setzt. Die Eingeborenen Virginiens erzählen, das Mastodon sei aus dem Grunde vernichtet worden, um zu verhindern, daß nicht das Menschengeschlecht zu Grunde gehe; der Kampf sei schrecklich gewesen. Manito, der große Vater, habe nach seinem Donner gegriffen und alle, mit Ausnahme eines einzigen, zu Boden geworfen; dieser letzte Riese habe die Blitze mit seinem Haupte parirt und einen nach dem anderen, wie sie herabfielen, von sich geschüttelt; endlich aber in der Seite verwundet, sei er nach den großen Seen geflohen, wo er sich noch heutiges Tages aufhalte. Tradition und Erfahrung — Alles beweist, wie man sieht, daß sich das Mastodon, gleich den anderen Thieren seiner Periode, gegen die Veränderungen, welche der ewige Schöpfer der Dinge in seiner Welt vorbereitete, unmöglich zu halten ver-

mochte. Dem Untergange dieser riesigen Säugethiere im Kampfe mit der Natur haben vielleicht die Fabeln vom Jupiter und den Titanen ihre Entstehung zu verdanken; auch die alten Geschichten, die fast alle im Anfange der Dinge von einem anfänglichen Riesengeschlechte erzählen, mögen diese Idee aus derselben Quelle geschöpft haben.

Auch das von Koch im Staate Missuri aufgefundene Missurium schließt sich als größter Koloß den vorigen, weiter verbreiteten, würdig an. Sie haben vielleicht Abbildungen seines Riesenskelettes gesehen, welches eine Länge von 30 Fuß und eine Höhe von 15 Fuß besitzt.

Elephant, Rhinoceros, Nilpferd — lauter bekannte Thiere — erheben ihre imposanten Massen aus dem Schiffbruche der alten Geschlechter. Hier wird die Vergleichung mit den noch lebenden Gattungen sehr leicht, da die Elephanten und Rhinocerosse aus dem Eise, das sie ergriffen und Jahrhunderte lang conservirt hatte, noch ganz mit Fleisch, Haut und Haaren bedeckt, hervorgegangen sind. Der antediluvianische Elephant war 15—18 Fuß hoch, grobe röthliche Wolle bildete sein Fell, lange schwarze, ausnehmend steife Haare fielen ihm wie eine Mähne über den Rücken herab. In seinem Magen fand man zermalmte Tannenzweige, die er mit derselben Leichtigkeit verspeist zu haben scheint, wie wir etwa Spargel essen. Haarbedeckung und Nadelholz als Nahrung deuten gleichzeitig an, daß das Klima seines Wohnortes keineswegs ein tropisches war.

Diese vorletzte Bevölkerung der Erde — wenngleich von der jetzigen verschieden — ist ihr dennoch sowohl durch die Ordnung der Zeit, als durch die der Lage sehr nahe gebracht; so hat man in Flußbetten noch ganz unberührte Skelette, Knochen mit wohlerhaltener Gallerte und Zähne vorgefunden, deren Elfenbein ein wichtiger Gegenstand des Handels geworden ist. Die Ueberreste dieser letzten großen Säugethiere verrathen zwar immer noch ein Streben, die jetzigen Größenverhältnisse zu überschreiten: nichtsdestoweniger hatte sich unverkennbar dieses Streben bedeutend vermindert, und wenn auch diese letzten Repräsentanten der Natur, wie sie vor der Sindfluth gewesen, noch immer Gestaltungen darboten, welche die unserer jetzigen Periode an Masse überwogen, so gingen doch diese Formen

mit jedem Tage neuen Veränderungen entgegen und erwarteten nur noch eine letzte Katastrophe, um für immer zu verschwinden. An dieser Abnahme der brutalen Kräfte, an diesen neuen unerwarteten Symptomen der Natur merkt man, daß der Mensch nächstens auftreten wird und daß das Thierreich sich anschickt, demselben den Platz zu räumen.

Und nun noch einen letzten Blick auf diese Welt, welche zu einer abermaligen Neuerung — der letzten — bestimmt ist. Meere, Seen, Flüsse, von denen die einen nicht mehr bestehen, die anderen ihre Stelle gewechselt haben, bespülen schon sehr ausgedehnte Continente. Erhebungen der Gebirge, von langen Erschütterungen des Meeres begleitet, haben der neueren Gestaltung der Erde ihre Hauptumrisse vorgezeichnet; die Temperatur ist gegen die früheren Zeitalter viel gemäßigter geworden und hat sich nach der Berechnung der Naturforscher zugleich mit dem Thierreiche dem jetzigen Zustande genähert; hundertjährige Bäume, den jetzigen Pappel-, Weiden-, Kastanien- und Sykomorengeschlechtern verwandt, bildeten dichte Waldungen, in denen das Elenthier, der Damhirsch, das Rennthier und andere bekannte Gattungen — jetzt freilich nach sehr verschiedenartigen Klimaten versetzt — das üppige Gras gemeinsam abweideten.

Megaceros hibernicus.

Man kann sich nicht leicht eine Vorstellung von dem Hirsche machen, dessen Geweihe 14 Fuß Breite erreichten; das Thier muß eine wunderbare Größe, Stärke und Behendigkeit besessen haben. Welche Riesenforste mußte die Natur erschaffen, um nur diesen unglaublichen Gast zu beherbergen, der selbst einen

Wald auf dem Haupte zu tragen scheint! Wie schön möchte es gewesen sein, ihn durch diese jungfräulichen Wildnisse mit einer wilden Meute an den Ferſen hinſtreichen zu ſehen! Die Hunde jener Zeit ſtanden in der That im Verhältniſſe zu dieſem Hirſche: die Entdeckung eines dem Hundsgeſchlechte angehörigen Zahnes machte es Cuvier möglich, mit Hülfe der Geſetze der vergleichenden Anatomie ein Thier zuſammen zu conſtruiren, das, bei einer vorderen Höhe von wenigſtens fünf Fuß, von der Spitze der Schnauze bis zur Wurzel des Schweifes mindeſtens acht Fuß in der Länge maaß. Dieſer rieſige Hund und jener erſtaunliche Hirſch — ſind ſie nicht würdige Repräſentanten der phantaſtiſchen Jagden, wie ſie in den Sagen vom wilden Jäger vorkommen? — Und dies war noch nicht die ganze Bevölkerung dieſer Urwälder: ein dem Auerochſen verwandtes Thier, ein anderes, das trotz der verſchiedenen Richtung ſeiner Hörner der Stammvater des heutigen zahmen Ochſen zu ſein ſcheint; zahlloſe Pferde, die ſich noch nicht im Joche der Arbeit gebeugt hatten. Das Elasmotherium, ein Thier vom Wuchſe des Rhinoceros, das der jetzigen Schöpfung abgeht und den Uebergang von dieſem letzteren zum Pferde bildet; noch andere Einhufer und Wiederkäuer bewohnten in Abweſenheit des Menſchen die weiten Länderſtrecken.

Je mehr wir uns den höheren Erdſchichten nähern, deſto zahlreicher werden die Raubthiere, welche, vermöge ihrer Organiſation, nach den Menſchen und Affen die höchſte Sproſſe der animalen Leiter einnehmen. Der Geiſt des Schöpfers gleicht hierin dem der großen Poeten, welche, weit entfernt an ihren letzten Werken eine Spur der Schwäche oder Ermüdung merken zu laſſen, dieſelben vielmehr der Vollendung immer näher bringen. Unterirdiſche Stalaktiten- und Sintergrotten, in beträchtlicher Tiefe im Innern der Gebirge an einander gereiht, enthalten eine ungeheure Maſſe von Ueberreſten, welche früheren Fleiſchfreſſern, beſonders Hyänen angehören. Man findet Knochen von Rhinoceroſſen, Elephanten, Nilpferden, Pferden, Ochſen und Hirſchen, die von jenen Thieren hereingeſchleppt waren, ja einige derſelben zeigen deutliche Spuren von Zähnen, die daran genagt haben mochten. Die früheren Raubthiere verfolgten ſich gegenſeitig mit großer Wuth; ſo findet

sich unter jenen Ueberresten ein Hyänenkopf mit einer später wieder zugeheilten Wunde. Hier fände unsere Einbildungskraft ein schönes Feld vor sich, wenn sie sich im Innern jener düsteren Höhlen die Kämpfe jener zahlreich darin wimmelnden furchtbaren Raubthiere, die den unsrigen an Stärke weit überlegen waren, vorstellen, wenn sie sich die Hyänen, Löwen, Tiger, Panther und Füchse ausmalen wollte, welche das frühere Thierreich mit ihrem grausamen Blutdurste verheerten. Die durch Stärke, Heißhunger und Tücke gefährlichste Bestie scheint unter diesen fleischfressenden Tyrannen ein großer Höhlenbär — Ursus spelaeus — mit gewölbter Stirne gewesen zu sein. Betrachten wir einmal seinen Fangzahn, der die Naturforscher durch seine Größe in Erstaunen setzt — es ist ein Hundszahn, sehr lang und stark zusammengedrückt, nach Außen vorspringend und dem Oberkiefer dieses antediluvianischen Bären angehörend, der in den finsteren Höhlen des alten Deutschlands sein Reich errichtet hatte. Nach den Knochenhaufen der verschiedensten Thiere zu schließen, welche sein Skelett überall umringen, muß er beträchtliche Verheerungen in seinen Staaten angerichtet haben.

Vielleicht daß damals noch andere Fleischfresser, die in der jetzt lebenden Natur nicht mehr figuriren, existirten. Zwar haben die Naturforscher nicht für nöthig erachtet, für jene Bären, Hyänen, Tiger und die sonstigen Beherrscher des alten Thiergeschlechtes neue Gattungen zu begründen; gleichwohl dürfen wir nicht unerwähnt lassen, daß keines jener Thiere seinen jetzigen Nachkommen vollkommen gleich ist — zwischen ihren Skeletten und denen der noch lebenden Bestien sind mancherlei Verschiedenheiten zu bemerken, während die Osteologie zwischen dem Pferde und dem Esel keinen Unterschied einräumt. Die äußeren Einflüsse mußten vornehmlich die Oberfläche dieser untergegangenen Thiere berühren und ihrem Felle wie der äußeren Gestaltung besondere Charakterzüge einprägen: so ist das im Jahre 1770 am Ufer des Wilhoui entdeckte Rhinoceros aus dem umgebenden Eise mit einer Haarschicht an den Füßen hervorgegangen, während sich bei dem lebenden Rhinoceros in Indien und am Cap nichts Aehnliches vorfindet. Diese scharfe Scheidelinie zwischen den beiden Zoologien der Urwelt und der Neuzeit nöthigt uns zu dem Glauben, daß während der gan-

zen vorsindfluthlichen Aera eine von der jetzigen sehr wesentlich verschiedene Welt bestanden habe, welche anderen Bedingungen unterworfen war und nur durch langsam und stetig fortwirkende Ursachen, an deren Schlusse plötzlich ein großes Ereigniß eintrat, in den nunmehrigen Zustand übergehen konnte.

Dieses Ereigniß, das die alte Geschichte der Erde abschließt, hat in sämmtlichen Traditionen den Namen der Sindfluth (große Fluth) angenommen. Aber die Sindfluth der Geologen entspricht insofern nicht der biblischen (fälschlich Sündfluth) und deukalionischen Fluth, als sie jedenfalls vor die historische Zeit fällt, denn noch nie ist ein Ueberrest von Menschen mit denen jener ausgestorbenen Thiere auf solche Art zusammen gefunden worden, daß man daraus auf eine gleichzeitige Existenz beider sicher zu schließen berechtigt wäre. Wissen wir doch nicht einmal, ob die traditionellen Fluthen der alten Völker überhaupt erlebte oder ob sie nicht blos mythische sind, die man aus geologischen Erscheinungen schloß.

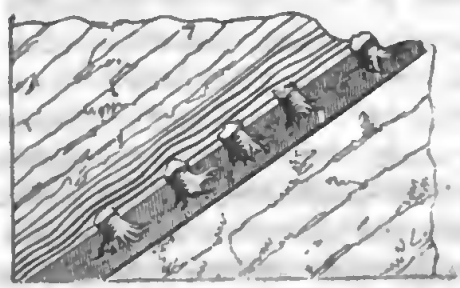
Die Vertheilung der Versteinerungen in den Gesteinsschichten belehrt noch über gar viele Zustände und Begebenheiten der Vorwelt, die ich Ihnen nicht alle entwickeln könnte, ohne ein dickes Buch darüber zu schreiben. Nur Einiges will ich noch berühren.

Wir finden Meeresmuscheln fast überall in den Schichtgesteinen des Festlandes, und sie sind sogar in Felsmassen, 16,000 Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel, beobachtet worden. Daraus geht auf der einen Seite ganz unzweifelhaft hervor, daß die Gegenden, in denen sie sich befinden, einst Meeresboden waren, ja noch mehr, die meisten Gegenden der Erde müssen wiederholt bald Meer, bald Land gewesen sein, denn zwischen rein meerischen Ablagerungen liegen gar oft wieder solche, die deutlich unter Süßwasser abgesetzt sind. Auf der anderen Seite dürfen wir aber aus den viele tausend Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel liegenden Meeresablagerungen keineswegs schließen, das Wasser habe einst wirklich so hoch gestanden. Diese hochliegenden Meerbildungen sind vielmehr stets als durch vulkanische (plutonische) Thätigkeit gehoben zu betrachten, was denn auch in den meisten Fällen aus den mechanischen Zertrümmerungen dieser gehobenen Schichten ersichtlich ist. Gerade so

Digitized by Google

findet man Landpflanzenreſte oft tief unter dem Meeresniveau, ohne deshalb allemal annehmen zu können, ſie ſeien in dieſer Tiefe durch Waſſer abgelagert worden. Manchmal ſind ſie vielmehr ſo wohl erhalten, oder befinden ſich gar in ſolcher aufrechter und eingewurzelter Stellung von Geſtein umſchloſſen, daß daraus ganz deutlich hervorgeht, ſie müſſen an der Stelle, wo ſie wuchſen, auch begraben ſein. Da nun Landpflanzen offenbar nicht unter dem Waſſer wachſen konnten, das Meer aber jedenfalls nicht um ſo viel zugenommen haben kann, als ſie jetzt darunter liegen, ſo können ſie nicht anders als durch theilweiſe Senkung der Erdkruſte in dieſe Lage gekommen ſein. Das S. 76 Mitgetheilte hat Ihnen über dieſe Vorgänge bereits Erklärungen zu geben verſucht.

Die foſſilen Organismen haben ſehr häufig und auf verſchiedene Weiſe ihre urſprünglichen Wohnplätze verändert, theils *vor*, theils *nach* ihrer Umſchließung von Geſtein. Durch Flüſſe und Meeresſtrömungen ſind ſie im lebenden oder todten Zuſtande von ihren natürlichen Wohnplätzen fortgeführt und zuſammengeſchwemmt. Durch Hebungen und Senkungen nach ihrer Einlagerung in Geſteinsſchichten einer Orts- oder Stellungsveränderung unterworfen worden. Den letzteren Fall verſinnlicht eine bei Culworth Cove in Dorſetſhire gemachte Beobachtung ganz beſonders deutlich. Hier findet ſich eine Geſteinsſchicht voll noch aufrecht ſtehender, im Boden wurzelnder Baumſtrünke, da aber die Schicht nach ihrer Ablagerung durch einſeitige Hebung oder Senkung in ſchräge Stellung gebracht iſt, ſo ſtehen nun auch alle Baumſtrünke ſchräg, wie ſie nimmermehr gewachſen ſein können.



Man hat aber auf die Ortsveränderung, vor der Umſchließung der Organismen vom Geſtein, ſicher einen zu großen Werth gelegt, wenn man dadurch die Anweſenheit tropiſcher Formen in Polargegenden erklären zu können glaubte. Dieſe finden ihre Erklärung nur dadurch, daß man eine, auch durch

ſo viele andere Umſtände angedeutete Abnahme der Temperatur des ganzen Erdkörpers annimmt. Es war früher überall wärmer, die Atmoſphäre war dichter und feuchter, und daher konnten baumförmige Farren, Lycopodien und Schafthalme, wie ſie jetzt kaum noch zwiſchen den Wendekreiſe, gedeihen, während der Kohlenperiode im jetzigen England und Deutſchland üppig vegetiren.

Dadurch, daß die Organismen der einzelnen geologiſchen Perioden von einander abweichen und zugleich eine Entwickelungsreihe der organiſchen Schöpfung darſtellen, ſind ſie die ſicherſten Hülfsmittel zur Beſtimmung des relativen Alters der Geſteinsſchichten geworden, welches man urſprünglich nur aus deren Uebereinanderlagerung erkennen konnte. Für die Geologie ſind ſie wahre Denkmünzen.

## Fünfundzwanzigſter Brief.

## Erratiſche Blöcke.

„Die großen Felsblöcke, über deren Verbreitungsurſache noch lange geſtritten werden wird, die wir aber geneigt ſind minder tragenden Eisſchollen, als dem Durchbruch und Herabſturz zurückgehaltener Waſſermaſſen bei Hebung der Gebirgsketten zuzuſchreiben.“

v. H.

Die Continente der nördlichen Hemiſphäre bis zum 50. Grad nördl. Breite, und nach Darwin auch die Südſpitze Amerika's, ſind vielfach mit großen Felsblöcken überſtreut, die nicht dem Boden angehören, auf dem ſie ruhen, deren weit entfernter Urſprung ſich oft ſogar ſicher nachweiſen läßt. So findet man über das große nordeuropäiſche Tiefland verbreitet, von den Quellen der Dwina bis an den Canal von Calais auf feſtem Felsboden oder auf Lehm, Sand und Geſchiebeland ruhend, Tauſende von Geſteinsblöcken, die ihrer ganzen Natur und Verbreitung nach nur aus den ſkandinaviſchen Gebirgen

herrühren können. Viele derſelben haben eine beträchtliche Größe, ſie entſchädigen dieſe Flachländer für den Mangel an Felſen. Baumaterialien vieler Art werden aus ihnen gewonnen, die große Granitſchaale vor dem Muſeum in Berlin iſt aus einem ſolchem Blocke geſchnitten, und der Schwedenſtein auf dem Schlachtfelde bei Lützen verdient dieſen Namen nicht blos als Denkmal Guſtav Adolph's, ſondern auch ſeines ſkandinaviſchen Urſprunges wegen.

In ähnlicher Weiſe findet man, vom hohen Norden Amerika's ausgehend, zahlreiche Felsblöcke über den Boden der nördlichen Vereinsſtaaten ausgeſtreut, und in den Hügelländern und Ebenen, die an die Alpen anſtoßen, ſind überall Felsblöcke verbreitet, welche von den hohen Kämmen des Gebirges abſtammen, jetzt aber 10 oder 15 Meilen davon, oft die Abhänge von Bergen bedecken, die aus anderem Geſtein beſtehen. Es iſt, als wenn Titanen ſtatt einen Oſſa aufzuthürmen, die Felſen der Gebirge im gewaltigen Kampfe gegen die Ebenen und Hügelländer geſchleudert hätten.

Dieſe Findlinge tragen oft deutliche Spuren der Art ihrer Fortbewegung an ſich, ſie zeigen abgeſchliffene und parallel gefurchte Seiten. Damit in Uebereinſtimmung ſcheint es zu ſtehen, daß auch der Felsboden, von dem ſie herſtammen, häufig gerundete, abgeſchliffene und parallel gefurchte Oberflächen zeigt. Unterſucht man die Art ihrer Verbreitung näher, ſo findet man, daß die ſkandinaviſchen Felsblöcke radienartig ausgeſtreut ſind, die Geſteinsarten in dieſen einzelnen Radien ſind ungefähr dieſelben, und die Richtung ihrer Verbreitung führt zu den anſtehenden Geſteinen derſelben Art zurück. Im Umkreiſe der Alpen dagegen zeigt ſich die Verbreitung von der Lage der Hauptthäler abhängig. Es laſſen ſich in der niederen Schweiz, am Jura und in den italieniſchen Vorbergen deutlich die Blockgebiete der Rhone, der Aar, der Reuß, der Adda u. ſ. w. unterſcheiden.

Hier in den Alpen iſt die Transportweiſe dieſer Blöcke unverkennbar und ſehr beſtimmt nachgewieſen. Sie ſind als Moränenblöcke von früher weit ausgedehnteren Gletſchern dahin getragen, wo ſie ſich finden (vergl. den einunddreißigſten Brief). Sehr zweifelhaft iſt dagegen noch die Transportweiſe unſerer

nordischen Geschiebe. Der Umkreis ihrer Verbreitung ist für die, von Manchen auch auf sie angewendete Gletschertheorie zu groß. Es überschreitet die Grenzen des Denkbaren, Gletscher anzunehmen, welche von den norwegischen Gebirgen fast ohne allen Abfall des Bodens bis an die Elbe und bis Moskau, ja selbst bis an die Küsten Englands reichen, und sich über diesen kaum geneigten, aber unebenen Boden, mit Moränen beladen hinweg bewegen. Auch sind die Erscheinungen der geschliffenen und ausgefurchten Felsoberflächen an den Küsten Skandinaviens in vieler Beziehung abweichend von den Gletscherwirkungen in der Schweiz. Sie finden im Kosmos, daß v. Humboldt sich für einen Durchbruch und Herabsturz zurückgehaltener Wassermassen bei Hebung der Gebirgsketten ausspricht, durch welchen die Blöcke fortgeschafft seien. Gegen diese Ansicht sind aber neuerlich von sehr guten Beobachtern so viele Gründe erhoben worden, daß sie schwerlich länger haltbar bleiben wird. Besonders deutet das ganze Blockphänomen mit allen zugehörigen Erscheinungen auf eine viel längere Bildungsdauer, als einer so gewaltigen Katastrophe, wie der sogenannten Geröllfluth (petridelauniſchen Fluth) zugeschrieben werden kann. Sie könnte nicht fußtiefe Furchen in festen Granit waschen, die Felsoberflächen glatt abschleifen und auch wohl schwerlich viele Tausend Centner schwere Blöcke über das weite Thal des baltischen Meeres hinweg tragen. Dagegen kennt man in beiden Polargegenden der Erde durch Beobachtung eine Art des natürlichen Steintransportes, welche beständig stattfindet, und welche wohl geeignet sein dürfte, die nordischen Geschiebe Europa's und Amerika's, sowie die erratischen Blöcke Patagoniens zu erklären. Das ist der Transport durch schwimmende Eisschollen. Darwin beschreibt, wie von den bis in das Meer reichenden Gletschern des Feuerlandes mächtige mit Schutt und Felsblöcken beladene Eismassen sich ablösen, und von den Strömungen des Meeres fortgerissen, ihre Fracht nach wärmeren Gegenden tragen, wo sie von den Strahlen der Sonne vernichtet, ihre unzerstörbare Belastung auf den Boden des Meeres oder an dessen Ufer fallen lassen. Aehnliche schuttbelastete Eisschollen lösen sich alljährlich von den Küsten Nordamerika's ab, oder treiben aus dessen Flüssen hervor, und

Lyell beobachtete auf Nova Scotia, daß am Ufer hintreibende Eismassen die Felsoberfläche nicht nur abschleifen, sondern auch parallel furchen.

Denken wir uns diese Vorgänge durch Jahrtausende fortgesetzt, so ist es wohl begreiflich, daß große Gebiete des jetzigen Meeresbodens mit fremden Felsblöcken überdeckt, und viele Uferfelsen abgeschliffen und gefurcht werden können. Tritt dann eine langsame Erhebung ein, so werden nicht nur die abgelagerten Felsblöcke immer mehr auf dem Lande erscheinen, sondern es wird auch die Abschleifungszone der Küsten eine immer breitere werden, da immer neue Striche in das Gebiet der Abschleifung gelangen, während die alten trocken gelegt werden.

Für den Transport durch Eis spricht nun ganz besonders auch noch der wichtige Umstand, daß die gegen beide Pole hin immer häufiger werdende Erscheinung der erratischen Blöcke zwischen den Wendekreisen, als wohin das Eis nie vordrang, sich niemals zeigt. Wir müssen die Abwesenheit erratischer Blöcke längs des Theiles der Anden, der im heißen Klima liegt, mit ihrer Abwesenheit im Himelajagebiet des nördlichen Indiens (nach Boyle) zusammenstellen; eben so finden sich im Innern Afrika's zwischen dem 35. Grad und dem Wendekreise nach Andreas Smith, und nach anderen Reisenden im ganzen Aequatorialgebiet, keine erratischen Blöcke. Dasselbe gilt von Australien, aber vielleicht schon nicht mehr von Vandiemens Land.

Um eine solche Erklärung auf unsere nordischen Geschiebe anzuwenden, ist es aber freilich nöthig, daß wir eine sehr allgemeine Hebung des Landes, oder Senkung des Meeres voraussetzen, wodurch unser erratisches Phänomen trocken gelegt wurde. Ferner ist es nöthig, während der Periode des Transportes für die ganze nördliche Hemisphäre eine niedrigere mittlere Temperatur anzunehmen, da gegenwärtig das nordische Treibeis nicht mehr in Menge bis zum 49. Breitengrad vordringt. Eine solche periodisch niedere Temperatur unserer Hemisphäre ist aber, wie wir gesehen haben, auch aus anderen Gründen wahrscheinlich und überdies leicht erklärlich, wenn damals die Vertheilung von Land und Wasser in der nördlichen Hemisphäre eine ähnliche war als jetzt in der südlichen, was

wieder mit der nothwendigen Bedeckung vieles Landes unserer Erdhälfte in jener Zeit übereinstimmt.

Ich werde Ihnen noch davon zu erzählen haben, daß Schubert, Keferstein, Klee und v. Bruchhausen einen 21,000jährigen, von der Ekliptik abhängigen Wasserwechsel auf der Erde, eine wechselnde Schwankung der Wasseranhäufung von einem Pole zum anderen annehmen. Diese Hypothese würde, wenn sie einst bewiesen werden sollte, allerdings sehr dazu beitragen können, das erratische Phänomen aufzuhellen. Leider aber beruht dieselbe bis jetzt mehr auf dunklen Ahnungen, als auf Beweisen.

Darwin glaubt den gleichzeitigen Rückzug des Meeres von den, während der Diluvialperiode von Wasser bedeckten Erdflächen durch eine großartige Senkung des Meeresbodens im stillen Ocean erklären zu müssen. Diese Jahrtausende andauernde Senkung hat nach ihm dort ein tiefes Becken gebildet und so der Wassermasse Raum gegeben, welche vorher unsere Niederungen bedeckte.

Sehr merkwürdig ist es jedenfalls, daß man in der ganzen Reihe der älteren Flötzschichten ebenso wie an der Oberfläche zwischen den Wendekreisen nicht ein einziges Beispiel ähnlicher Blockwanderung aufgefunden hat. Die Geschiebe in den älteren Conglomeraten lassen stets einen weit localeren Ursprung erkennen, als die erratischen Blöcke, auch ist ihre Form und Anhäufungsweise eine ganz andere. Dieser Umstand deutet offenbar an, daß die Ursachen solcher Blockwanderung in den früheren geologischen Perioden nicht vorhanden gewesen sind, und das verträgt sich wieder sehr gut mit ihrer Fortbewegung durch Gletscher oder schwimmende Eisschollen, denn beide sind in jenen früheren Perioden nicht denkbar, wenn wirklich der Entwickelungsproceß des Erdkörpers durch allmälige Erkaltung bedingt ist. Sie sehen also, auch dieser besondere Umstand steht in voller Harmonie mit der Abkühlungstheorie der meisten Geologen.

Sechsundzwanzigster Brief.

## Vertheilung und Gestaltung des Landes auf der Erdoberfläche.

„Wir haben hier Thatsachen zusammengestellt, Analogien der Form in entfernten Erdstrichen, die wir nicht Gesetze der Form zu nennen wagen.“ v. H.

---

Um den Betrachtungen v. Humboldt's über Vertheilung und Gestaltung des Landes auf der Erde gehörig folgen zu können, kann ich Ihnen nichts mehr empfehlen, als einen guten Globus zur Hand zu nehmen.

Der Vergleichungen und Beziehungen lassen sich gar vielerlei anstellen, die zum Theil wohl dazu beitragen, sich die Formen der Länder leichter einzuprägen, ohne aber deshalb einigen Aufschluß über die Ursachen derselben zu geben. So machte Forster schon 1783 darauf aufmerksam, daß alle Continente gegen Süden in schmale hohe Felsenspitzen auslaufen, daß auf der Ostseite dieser Südspitzen allemal große Inseln liegen, und daß alle Continente auf ihrer Westseite einen großen Meerbusen haben. Steffens suchte später eine gewisse Uebereinstimmung der Continentalgestalten dadurch hervorzuheben, daß er dieselben in drei Gruppen brachte, für welche er Amerika als Normalgestalt ansah. Er verglich nun Europa, Kleinasien und Arabien mit Nordamerika; Afrika mit Südamerika, und das mittelländische Meer mit seinen Inseln dem westlichen Archipelagus; ferner Asien mit Nord-, und Neuholland mit Südamerika.

Bis jetzt können aber solche Vergleichungen beinahe nur als mehr oder weniger scharfsinnige Spielereien betrachtet werden. Wir wissen nicht einmal, warum die nördliche Hemisphäre zur Zeit weit landreicher ist als die südliche, wenn wir nicht etwa die Hypothese des seculären Wasserwechsels als richtig erkennen wollen, welche mit mancherlei Modificationen von Schubert, Keferstein, Ademar und v. Bruchhausen vertheidigt worden ist. Nach dieser soll, wie erwähnt, in Zeiträumen von 20 bis 21,000 Jahren die größte Anhäufung des

Wassers von einem Pole zum anderen schwanken, und diese Schwankung soll durch den periodischen Wechsel der Ekliptik bedingt sein. Es ist gewiß, daß manche Umstände zu Gunsten dieser Hypothese sprechen, und daß sie deshalb die volle Beachtung der Geologen verdient. Aber daran, daß sie erwiesen sei, fehlt bis jetzt noch viel. Alle ihre Vertheidiger haben ihre Begründung noch viel zu wenig in geologischen Thatsachen aufgesucht. Ist sie richtig, so muß sich diese periodische Wasserschwankung z. B. in der Vertheilung der Flötzformationen zu erkennen geben, der Art, daß dieselben wechselsweise in der nördlichen und in der südlichen Hemisphäre vorherrschen.

Noch weniger werden die Formen des Landes durch solche bodenlose Hypothesen erklärt, wie sie ein Herr Streffleur in seinem Werke über die Entstehung der Continente und Gebirge (Wien, 1847), versucht hat, welche zum Theil auf einer gänzlichen Unkenntniß physikalischer Gesetze beruhen.

Selbst die berühmte Erhebungstheorie Elie de Beaumont's, nach deren weiterer Entwickelung durch de Boucheporn gleichzeitige Erhebungen und Zerspaltungen der Erdkruste immer in größten Kreisen liegen sollen, welche zu einer gewissen Periode die Lage des Aequators der Erde hatten, ist weder durch Thatsachen noch durch theoretische Gründe hinreichend gestützt. Vielmehr sind so viele Thatsachen und Gründe gegen die Erklärung der Land- und Gebirgsformen durch eine solche vielfache Schwankung der Erdaxe erhoben worden, daß sie weiterer Besprechung in einem populären Werke nicht bedarf.

Wir müssen vielmehr, wie auch v. Humboldt am Schlusse seiner Betrachtungen über diesen Gegenstand andeutet, die besonderen Formen der Erdoberfläche und folglich auch die Gestaltung ihres Hervortretens über den Meeresspiegel als das Product unendlich vieler auf einander folgender Einwirkungen (localer Hebungen, Senkungen, Zerstörungen, Ablagerungen u. s. w.) betrachten, und es liegt dann ganz in dem Wesen so vielfach in einander greifender Einwirkungen, daß wir ihre einzelnen Resultate nicht mehr auf einfache Ursachen oder Gesetze zurückzuführen vermögen, so wenig als wir in dem oben benutzten Beispiel die Gestalt der

Eisblumen an der Fensterscheibe einzeln erklären können, obwohl wir ihre Haupturſachen kennen.

Wir müſſen alſo dieſe Geſtalten meiſt hinnehmen, wie ſie ſind, nur zuweilen vermögen wir das Einzelne zu erklären. So z. B. liegt es, wie ich Ihnen gezeigt habe, nahe, die Geſtalt der Erhebungskrater und der Auswurfskegel zu erklären. Eben ſo iſt die Urſache der Kegelform der meiſten Baſaltberge leicht zu erkennen. Wenn eine zähflüſſige Maſſe aus einer verhältnißmäßig engen Oeffnung hervorgepreßt wird, ſo häuft ſie ſich über derſelben in Kegelform an, und der Kegel wird um ſo ſpitzer werden, je zähflüſſiger, um ſo flacher oder abgeplatteter, je dünnflüſſiger die ausgepreßte Maſſe iſt. Iſt dieſelbe ſehr dünnflüſſig, nun ſo wird ſie wie ein Lavaſtrom fließen. Ferner läßt ſich z. B. wohl erkennen, warum die Felſen der bekannten ſächſiſchen Schweiz gerade dieſe beſonderen Formen haben. Der Sandſtein, aus dem ſie beſtehen, iſt horizontal geſchichtet und vertical zerklüftet. Alle theilweiſen Zerſtörungen, welche ſtrömendes Waſſer an ihm hervorbringt, folgen dieſen Richtungen. Zuerſt iſt eine obere mächtige Sandſteinplatte bis auf wenige ſenkrechte, oben platt abgeſtutzte Felspfeiler (a) ſtehen geblieben. Solche ſind der Königſtein, Lilienſtein, Zſchirnſtein u. ſ. w. Dann haben offenbar geringere Fluthen in die untere Platte (b) einzelne Thäler eingeſchnitten, auch dieſe wieder wegen der vorhandenen Zerklüftung überall mit urſprünglich ſenkrechten Wänden und horizontalem Boden.

Aber von den ſenkrechten Felswänden bröckelte im Laufe der Zeit eine Menge Steingerölle ab, und dieſes bildet nun am

Fuß jener Pfeiler und am Fuß der senkrechten Thalgehänge eine schräge meist mit Wald bedeckte Schutthalde (c).

Nicht Hebungen und Senkungen sind es, wie zuweilen angegeben worden ist, die diese interessanten Felsformen erzeugt haben. Daß solche nicht die Ursachen sind, lehrt schon die überall horizontale Schichtung und das gleichmäßige Fortsetzen derselben Schichten auf beiden Seiten der Thalgehänge, wie es in obiger Skizze durch die besondere Schicht x angedeutet ist.

Diese Entwickelungen mögen Ihnen eben nur als Beispiele dienen, wie man einzelne Oberflächenverhältnisse allerdings recht gut zu erklären vermag.

Wichtiger für das Leben, als diese Erklärungen, sind unstreitig die Einwirkungen der Erdoberflächengestaltung auf Klima und Verkehr. Ueber die ersteren hat sich v. Humboldt ausführlicher verbreitet. Erlauben Sie mir, daß ich Ihnen einige der letzteren andeute.

Der feste Kern der Erde ist von Wasser und Luft umgeben, und die Grenzen dieser drei Aggregatzustände verschiedener Substanzen sind vorzugsweise der Wohnplatz des organischen Lebens. Wasser und Luft sind allerdings bis zu gewissen Tiefen und Höhen über ihre Grenzen hinaus von lebenden Wesen bewohnt, und auch auf dem Lande schreitet das organische Leben in gewissem Grade von den Ufern und Grenzen der Gewässer nach den trockenen, wasserleeren Wüsten vor, aber nur in gewissem Grade, soweit die Wechselwirkungen der Aggregatzustände reichen, und immer von ihren Begrenzungen als dem Ausgangspunkte und Maximum der Entwickelung beginnend, wie denn auch Oken den Entstehungspunkt der ersten Menschengruppen an Küsten vermuthet. In den höchsten Schichten der Atmosphäre, in den größten Tiefen des Meeres und in den innersten Theilen der regenlosen Wüsten des Landes ist ebenso wenig ein dauerndes organisches Leben bekannt, als in den inneren Tiefen der Erde, und beinahe in allen diesen Richtungen ist es der Mensch, der am weitesten vordrang. Aber er, wie alle anderen Organismen, ist bei solchem Versuche steter Gefahr ausgesetzt. Daß die Grenzen der drei irdischen Aggregatzustände, wie überhaupt jede Mannichfaltigkeit, die günstig-

sten Bedingungen für die Entwickelung des Organischen darbieten, lehrt selbst die Geschichte des Menschen. Zu allen Zeiten waren die Länder, welche am meisten vom Wasser berührt werden, z. B. die mit den ausgezacktesten Küsten, unter übrigens gleichen Umständen die cultivirtesten und am meisten bevölkerten; außer der Gestalt der Wassergrenzen hat aber noch die der Luftgrenze einen besonderen Einfluß, weshalb wieder unter übrigens gleichen Umständen die unebensten, am mannichfaltigsten von Bergen und Thälern durchzogenen Gegenden den Vorzug vor den Ebenen haben.

Das westliche und südliche Europa mit der großen Mannichfaltigkeit seiner Wasser- und Luftgrenzen, mit der großen Abwechselung seiner Oberflächenform, ist beinahe so lange, als die Geschichte zurückreicht, der Sitz verhältnißmäßig hoher Cultur und der Centralplatz des thätigsten menschlichen Verkehrs gewesen. Die Mannichfaltigkeit seines Bodens hat die Mannichfaltigkeit und Vielfältigkeit seiner Bewohner bedingt; Griechenland, Italien, Frankreich, Spanien und Großbritannien sind vorzugsweise durch ihre Wassergrenzen begünstigt; Deutschland mehr noch durch die Vertheilung seiner Gebirgsketten, auf und zwischen denen sich die einzelnen Volksstämme entwickelten. Wie vernachlässigt ist gegen diese Länder das große Rußland mit seinem einförmigen Boden und beschränkten Wassergrenzen, und wie sehr spiegelt sich nicht diese Einförmigkeit in seinen Bewohnern! Die Küstenausdehnung Europa's beträgt ungefähr 5400 Meilen, die des der Oberfläche nach dreimal größeren Afrika nur 3800 Meilen. Dieser Umstand allein würde Afrika verurtheilen, Europa den Vorrang zu lassen.

Kohl hat in seinem Werke über den Verkehr und die Ansiedelungen der Menschen (1841) auszuführen gesucht, wie sehr die Vertheilung der Bevölkerungselemente und deren Bewegungen von der Bodengestaltung abhängig sind. Wenn nun aber die Oberflächengestaltung theils eine Folge des inneren Baues ist, theils wenigstens in innigster Wechselbeziehung mit demselben steht, so muß schon dadurch auch der innere Bau der Erdkruste von großem Einflusse auf seine Bevölkerung sein. Dieser Einfluß stellt sich aber als noch weit mächtiger heraus, wenn man erkennt, wie nicht nur die Form, sondern auch die

Zusammensetzung des Bodens den entschiedensten Einfluß auf das organische und geistige Leben übt.

Der Einfluß der Zusammensetzung des Bodens erstreckt sich am allgemeinsten und deutlichsten auf die an ihn gefesselte Pflanzenwelt. Seine specielle Ermittelung ist Gegenstand der landwirthschaftlichen Bodenkunde. Sie zeigt, wie gewisse Pflanzenarten vorzugsweise gewissen Gebirgsarten angehören, nach Unger's Bezeichnung „bodenständig" sind, während andere sich weniger vom Boden abhängig zeigen. Als ein Hauptresultat dieser Untersuchungen dürfen wir betrachten, daß, je mannichfaltiger die Zusammensetzung eines Gesteins ist, es um so fruchtbareren Boden liefert. Absolut einfache Gesteine, wie Quarz, Gyps u. s. w., sind deshalb der Vegetation besonders ungünstig. Ganz naturgemäß folgt daraus auch, daß, je mannichfaltiger bei gleichen klimatischen Verhältnissen eine Gegend aus verschiedenen Gesteinen zusammengesetzt ist, um so mannichfaltiger ihre natürliche Flora sein wird. Auch einige niedere Thiere sind von der Bodenbeschaffenheit unmittelbar abhängig, so die Schnecken von dem vorhandenen Kalkgehalt, und alle höheren, selbst der überall heimische Mensch, sind mittelbar abhängig durch die Vegetation, die unmittelbar oder mittelbar zu ihrer Erhaltung beiträgt. Die Natur der festen Erdkruste wird hierdurch eine sehr wichtige Bedingung der Bevölkerung. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Granit-, Syenit-, Gneiß-, Glimmerschiefer-, Thonschiefer- und Basaltgegenden eine dichtere Bevölkerung durch Feld- oder Waldbau zu ernähren vermögen, als solche, wo reiner Kalkstein, Gyps, Quarz, Sandstein oder loser Sand die Oberfläche bilden. Der größten Bevölkerung durch ihren Bodenertrag sind aber gewisse Gegenden des aufgeschwemmten Landes fähig. Nie darf man jedoch bei solchen Vergleichen übersehen, daß die vegetabilische Productionsfähigkeit des Bodens keineswegs die alleinige Ursache und das einzige Erhaltungsmittel der Bevölkerung ist. Gerade die unfruchtbarsten sind zuweilen die bevölkertsten Gegenden. Irgend eine besondere vom Boden abhängige Industrie, reicher Bergbau, ein natürlich bedingter Verkehrsweg oder die Laune eines Herrschers häufen zuweilen die Bevölkerung weit über die locale Ernährungsfähigkeit an und geben dadurch

die Veranlassung zu späteren Wechselfällen, zu grenzenlosem Elend. Wäre es möglich, alle äußeren politischen und mercantilischen Ursachen localer Bevölkerungsanhäufung auszuscheiden, so würde es höchst interessant sein, die Bevölkerungsverhältnisse der einzelnen Gebirgsarten genau zu ermitteln, wie denn v. Bennigsen-Förder in einer Abhandlung über das Zahlengesetz in den Gesteinsformationen in Bezug auf Vertheilung von Thälern, Quellen, fließenden und stehenden Gewässern, Erhöhungen und Ortschaften vornehmlich in Nordfrankreich 1843 bereits einen solchen Versuch gemacht hat.

Keine Krystallgruppe ist ohne besondere Ursache angehäuft, und ebenso liegt jeder menschlichen Ansiedelung, wenn man es genau untersucht, irgend eine besondere Ursache, und zwar in den meisten Fällen eine geognostische zu Grunde. Eine Quelle, die Windung eines Baches oder Flusses, die Vereinigung zweier, die Bucht eines Ufers oder dessen besondere Gestaltung, ein kleiner Felsen, ein schützender Berg, das sind die gemeinsten Ursachen der localen Anlage von Dörfern oder Städten gewesen. Die Beschaffenheit des Baugrundes, die Nachbarschaft guter Bausteine, noch weit entschiedener aber das Ausstreichen von Kalkstein, Steinsalz, Kohlen oder Erzgängen, das sind besondere, oft sehr mächtige Anziehungskräfte für die Ansiedelung der Menschen.

Aber nicht nur die ruhigen Wohnsitze der Menschen zeigen sich abhängig von dem inneren Bau der Erdkruste, auch ihre dauernden oder momentanen Bewegungen sind es. Canäle, Eisenbahnen und Landstraßen werden abgelenkt durch gewisse harte Felsengebiete und angezogen durch weichere, horizontal liegende Schichten, und die meisten großen Völkerschlachten sind in tertiären oder mit Diluvialgebilden bedeckten Niederungen geschlagen worden. Die kriegerischen Bewegungen folgen eben so gut natürlichen Richtungen, als die friedlichen, und es giebt Gegenden, die das Unglück haben, natürliche Schlachtfelder zu sein, gerade so, wie andere das Glück haben, ein natürlicher Stapelplatz des Handels zu sein.

Nehmen Sie noch einmal einen Globus zur Hand, oder die Planigloben in dem vortrefflichen Atlas von Berghaus, auf welchen die ungleiche Vertheilung von Wasser und Land

anschaulich gemacht ist. Sie finden, daß auf einer Hälfte der Erde sich die Landfläche zur Wasserfläche nur etwa wie 1 zu 7 verhält, während auf der anderen das Land sogar etwas mehr Raum einnimmt als das Wasser. Das ist von großem Einfluß nicht nur auf die Zahl der Bevölkerung, sondern auch auf den industriellen Verkehr derselben. Diesem Umstande verdankt England außer seinen Eisen- und Kohlenlagern, seinem günstigen Klima und seiner eigenen Bodengestaltung einen großen Theil seines Glanzes und der Entwickelung seiner Nationalität, dadurch ist es der Stapelplatz des Welthandels geworden. Es liegt im natürlichen Mittelpunkte des Verkehrs, beinahe im Mittelpunkte der Landhemisphäre. Auf der anderen Seite finden Sie beinahe mitten in der großen Wasserwüste die einsamen Chatham-Inseln, und gerade diese hatte vor einigen Jahren unpraktischer Sinn zu Anlegung einer deutschen Colonie erkoren.

## Siebenundzwanzigster Brief.

## Langsame Hebung und Senkung des Landes.

„Daß die Hebung der Continente eine wirkliche Hebung, nicht blos eine scheinbare, der Gestalt der Oberfläche des Meeres zugehörige sei, scheint, nach einer jetzt allgemein verbreiteten Ansicht der Geognosten, aus der langen Beobachtung zusammenhängender Thatsachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkanischer Erscheinungen zu folgen.“ v. H.

Die langsame Hebung eines Theiles von Skandinavien ist nicht nur als feststehende geologische Thatsache von großem Werthe, sondern gewinnt auch noch ein besonderes Interesse durch die Geschichte ihrer Entdeckung, die ich Ihnen deshalb kurz mittheilen will.

Vor länger als einem Jahrhunderte hat der schwedische Naturforscher Celsius die Behauptung ausgesprochen und durch viele Thatsachen zu beweisen gesucht, daß der Spiegel der Ost-

see und des ganzen nördlichen Oceans in allmäligem Sinken begriffen sei. Es ist dies ein ganz allgemeiner Glaube der Küstenbewohner Schwedens, weil sie täglich sehen, daß die alten Wasserstandszeichen vom Meeresspiegel nicht mehr erreicht werden und um so höher darüber liegen, je älter sie sind, daß Klippen, die früher bedeckt waren, neu hervortreten, daß deutliche Küstenbildungen des Meeres, Auswaschungen, Muschelbänke und dergleichen jetzt hoch auf dem Lande liegen, und daß alte Gebäude, die offenbar dicht an das Ufer gebaut wurden, jetzt weit davon entfernt stehen und deshalb ihrem Zwecke zum Theil nicht mehr entsprechen. Diese Thatsachen sind unleugbar, ihre richtige Deutung wurde aber erst zu Anfang dieses Jahrhunderts durch L. v. Buch ausgesprochen. Da nämlich das Zurückweichen des Meeres nicht überall gleich groß ist und an den benachbarten Küsten Dänemarks schon durchaus nicht mehr beobachtet wird, so kann nicht ein Sinken des Meeresspiegels, welches ganz allgemein und überall gleichförmig sein würde, die Ursache davon sein. L. v. Buch sprach deshalb nach seiner Rückkehr aus Skandinavien 1807, ohne mit Playfair's gleicher Ansicht bekannt zu sein, die Ueberzeugung aus, daß das ganze Land, von Friedrichshall in Schweden bis nach Abo in Finnland und vielleicht bis Petersburg in langsamem und für jeden Zeitmoment unmerklichem Emporsteigen begriffen sei.

Der englische Geolog Lyell, welcher diese Behauptung bezweifelte, untersuchte die betreffenden Küstenstriche im Jahre 1834 mit der größten Sorgfalt selbst und überzeugte sich dadurch auf das Vollkommenste von der wirklich stattgehabten und höchst wahrscheinlich noch fortdauernden allmäligen Erhebung des Landes. In einem ausführlichen Berichte über die Sache hat er eine solche Menge außerordentlicher und vortrefflich beobachteter Thatsachen niedergelegt, daß nun kein Verständiger mehr an der allmäligen Erhebung des untersuchten Landstriches zweifeln kann. Zugleich berichtete Lyell bei dieser Gelegenheit auch über Spuren einer früheren temporären Senkung des Landes, welche bei Grabung eines Canales vom Mälarsee nach der Ostsee durch eine Fischerhütte dargethan wurde, deren Boden sich 60 Fuß dick mit deutlichen Meeresschichten bedeckt, dennoch aber über das Niveau des Meeres erhoben fand. Die lang-

same Hebung selbst scheint in den letzten 100 Jahren an einigen Orten etwa 1 Fuß, an anderen gegen 2 Fuß, nach Hallström sogar bis über 4 Fuß betragen zu haben, und ähnlich für mehrere Jahrhunderte rückwärts. Es finden sich jedoch Meeresproducte der Jetztwelt 100 Fuß und selbst 600 Fuß über dem gegenwärtigen Meeresspiegel, welche wohl ein theilweise schnelleres Emporsteigen voraussetzen lassen. Es ist dieses Vorkommen höchst ähnlich einem neuerlich bei Quebeck und am Lorenzstrome in Nordamerika von Lyell beobachteten, wo ebenfalls die Schalen lebender Muschelarten 2, 3, ja selbst 500 Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel in einer Geröllformation lagern, und zwar hier Muscheln, welche eigentlich einem viel kälteren Klima angehören als dem jetzigen dieser Gegend unter dem 47.° nördlicher Breite. Dieser letztere Umstand ist sehr wichtig, wenn man ihn mit den S. 172 entwickelten Ansichten über die Bildung der Geröllformationen in Verbindung bringt.

Sowie von einem Theile Skandinaviens und Finnlands, von ganz Neu Foundland und Conception-Bay die fortdauernde Erhebung, so ist von Grönland das fortdauernde allmälige Sinken durch mehrere Thatsachen nachgewiesen, und ähnliche Vorgänge scheinen auch noch in anderen Erdgegenden stattzufinden.

Namentlich hat Ch. Darwin nachgewiesen, wie man aus dem besonderen Baue der Koralleninseln und Korallenriffe deutlich erkennen kann, daß in der Südsee gewisse Theile des Meeresbodens sammt den hervorragenden Inseln einer fortdauernden Hebung, andere einer fortdauernden Senkung unterworfen sind, und hiervon werde ich Ihnen noch ausführlicher erzählen.

Ob nun diese langsamen Hebungen und Senkungen des Landes denselben Ursachen zuzuschreiben sind, wie die ruckweisen mit Erdbeben verbundenen, das hat freilich noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt werden können. Doch ist es wohl wahrscheinlich, daß, wie ich Ihnen schon S. 76 schrieb, constante Strömungen des heißflüssigen Erdinneren langsame Hebungen, plötzliche Veränderungen des inneren Zustandes aber Erdbeben, ruckweise Erhebungen und vulkanische Eruptionen hervorbringen.

Achtundzwanzigster Brief.

## Erhebung der Gebirgsketten.

„Jedem Systeme dieser Bergketten ist nach den großartigen Ansichten von Elie de Beaumont ein relatives Alter angewiesen, daß das Aufsteigen der Bergkette nothwendig zwischen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuße der Berge sich horizontal erstreckenden Schichten fallen muß.“ v. H.

---

Elie de Beaumont sah, daß in manchen Gebirgsketten die Schichten gewisser Flötzformationen aufgerichtet sind, während die anderer, und zwar stets jüngerer, horizontal liegen. Er schloß daraus mit Recht, daß nach Ablagerung der ersteren eine gewaltsame Störung des ursprünglichen Zustandes eingetreten sein müsse, welche höchst wahrscheinlich mit der Gebirgserhebung zusammen falle, durch sie bedingt sei, und daß ferner nach Ablagerung der noch jetzt in ungestörter horizontaler Stellung verharrenden Schichten keine gewaltsame Störung, also auch wohl keine Erhebung des Gebirges stattgefunden haben könne. Daraus geht nun ferner hervor, daß die Erhebung zwischen den Ablagerungszeiten der beiden Flötzformationen stattgefunden haben müsse, deren Schichten sich so verschieden verhalten. Wenn also z. B. in einer Gebirgskette die Juraformation aufgerichtete Schichten zeigt, während Kreideschichten horizontal liegen, so geht nach Elie de Beaumont daraus hervor, daß die Gebirgserhebung zwischen der Jura- und Kreideablagerung stattgefunden hat. v. Humboldt bemerkt hierzu sehr richtig, daß nun außer dieser mit der eigentlichen Gebirgserhebung verbundenen Schichtenstörung noch ältere stattgefunden haben können, deren Spuren man vielleicht an weit älteren Schichten beobachtet. Elie de Beaumont ist aber noch viel weiter gegangen, er behauptet, daß die gleichzeitigen Gebirgskettenerhebungen auch immer in gleichen Richtungen erfolgt seien, und daß man daher auch schon aus der Richtung der Gebirge auf das relative Alter ihrer Erhebung schließen könne, wenn man einmal dieselbe Richtung an einem Gebirge beobachtet hat, dessen Alter bestimmt ist.

Auf diese Weise hat er nach und nach 12—14 bestimmte

Richtungen von Gebirgen, „Gebirgssysteme" oder „Erhebungssysteme", beobachtet, denen ein bestimmtes relatives Alter zukommt. Das sind die einfachen Grundsätze der Erhebungstheorie Elie de Beaumont's, deren Grundidee eigentlich wohl von L. v. Buch ausgeht. de Bouschepporn hat die Theorie später noch weiter ausgedehnt; nach ihm sollen die gleichzeitigen Gebirgserhebungen immer in beinahe größten Kreisen um die Erde herum liegen, die für gewisse Perioden die Lage des Erdäquators hatten.

Diese letztere Ansicht ist nicht nur aus astronomischen Gründen sehr unwahrscheinlich, sondern sie beruht auch auf falschen Voraussetzungen, denn jene Gebirgskreise vermag nur eine sehr befangene Phantasie zu finden. Aber auch gegen Elie de Beaumont's Erhebungssysteme und diese ganze Theorie der ruckweisen plötzlichen Gebirgsbildung sind sehr begründete Einwendungen erhoben worden. Namentlich hat man auf das Bestimmteste nachgewiesen, daß die Richtung der Gebirge keineswegs eine so ganz constante ist, als diese Theorie voraussetzt, daß ungleichzeitige Erhebungen zuweilen in ganz paralleler, gleichzeitige dagegen in sehr verschiedener Richtung erfolgt sind. Ferner ist es auch sicher erwiesen, daß einige Gebirge erst durch mehrmalige durch große Zeiträume von einander getrennte Erhebungen ihre jetzige Gestalt erhalten haben. Im Thüringer Walde z. B. läßt sich eine Erhebung bald nach der Grauwackenbildung, eine zweite nach der Ablagerung des Rothliegenden und eine dritte nach der Ablagerung der Liasformation deutlich nachweisen, während man aus einer Zone von Korallenriffen erkennt, daß dieses Gebirge schon während der Ablagerung der Zechsteinformation ungefähr in seiner heutigen Ausdehnung und Hauptform (nicht Höhe) aus dem damaligen Meere als Halbinsel hervorragte.

Ueberhaupt ist es nicht erwiesen und vielmehr unwahrscheinlich, daß große Gebirgsketten plötzlich in ihrer ganzen Höhe und Ausdehnung über die Erdoberfläche emporgeschoben seien. Die Analogie spricht vielmehr für die Ansichten Lyell's, nach welchen diese Gestaltveränderungen der Erdoberfläche durch viele aufeinander folgende kleinere Erhebungen hervorgebracht sind. Ist das richtig, dann sind auch die im Kosmos S. 320

angedeuteten Befürchtungen möglicher Erhebungskataſtrophen unbegründet, um ſo mehr, wenn wir nach der Erkaltungstheorie des Erdkörpers vielleicht vorausſetzen dürfen, daß die Energie der vulkaniſchen Thätigkeit allerdings immer mehr und mehr abgenommen hat; und damit ſteht es nicht in Widerſpruch, daß einige der neueſten Gebirgskettenerhebungen, wie die der Alpen und Anden, beſonders hoch aufragen, weil eben nicht anzunehmen iſt, daß ſie mit einem Male, auf einen Ruck, zu ſolchen Höhen erhoben wurden, ſondern vielmehr durch viele Tauſend aufeinander folgende Stöße, wie ſie z. B. am Weſtabhange der ſüdlichen Anden noch jetzt fortdauern.

Daß aber die Gebirgsketten der Erde in der That ſämmtlich nichts Anderes ſind als Reſultate von (vulkaniſchen oder plutoniſchen) Erhebungen, darüber ſind alle wahren Geologen einig. Das Waſſer hat immer nur Ausfurchungen, theilweiſe Wegſpülungen, oder durch ungleichförmige Auflagerung höchſtens flache Hügelketten, den Sanddünen entſprechend, hervorgebracht.

Wären die Gebirge, wie viele Neptuniſten es annahmen, nur Ueberreſte allgemein verbreiteter Geſteinsablagerungen, hervorgegangen aus großartigen Zerſtörungen durch Waſſer, ſo würden ſie in ihrer Form überall dem Waſſerlaufe entſprechen, ſtets die Waſſerſcheiden der Stromgebiete bilden, und ihr innerer Bau würde nicht die beſonderen Erſcheinungen zeigen, die man überall darin beobachtet, nämlich Aufrichtung der Schichten und Vorherrſchen der kryſtalliniſchen Geſteine, die in den Ebenen fehlen, oder durch mechaniſch abgelagerte überdeckt ſind.

Die gegenſeitige Lage der Gebirge hat noch nicht auf ein beſtimmtes Geſetz zurückgeführt werden können; frühere Geographen nannten ſie zuweilen das Knochengerüſte der Erde und meinten, daß alle Gebirge in einem organiſchen Verbande mit einander ſtänden. Dann meinte man, ſie bildeten eine Art Netz über die Oberfläche der Erde wie die Netzwülſte auf der Oberfläche einer Melone, man ſuchte zu dem Ende ſogar ihren untermeeriſchen Zuſammenhang nachzuweiſen. Auch ſehr beſtimmte vorherrſchende Richtungen glaubte man nachweiſen zu können; aber alle dieſe Vorausſetzungen haben ſich als nichtig erwieſen. Die Gebirge ſtehen oft ſehr ſelbſtſtändig da, während

sie anderwärts sich vielfach mit einander verketten. Sie lassen zuweilen einen sehr entschiedenen Einfluß auf die Vertheilung des Flüssigen, auf den Bau der Continente und Inseln erkennen, während anderwärts dieser von ihren Hauptrichtungen wesentlich abweicht. Aus Allem ergiebt sich, daß die Ursache ihrer Entstehung zwar eine sehr wesentliche, aber nicht die alleinige Ursache der Erdoberflächengestaltung war.

Neunundzwanzigster Brief.

## Fluth und Ebbe.

„Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den kleinen und sehr eingeschlossenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), sind durch die Newton'sche Naturlehre vollständig erklärt, d. h. „in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt."
v. H.

Sie waren wohl schon in einer Hafenstadt und wissen aus eigener Anschauung, mit welcher Sicherheit man da die periodischen Anschwellungen des Meeres, den Wechsel von Fluth und Ebbe, vorausbestimmt und wie eine große Zahl von Beschäftigungen ganz auf diesem Wechsel beruht. Sie haben auch schon gehört und im Kosmos gelesen, daß diese Anschwellungen des Meeres von der Anziehung des Mondes und der Sonne herrühren, in der Art, daß sich die Erde unter den flachen, durch Anziehung bewirkten Wasserhügeln alle 24 Stunden beinahe zweimal hinwegdreht (etwas genauer alle 25 Stunden), so daß jeder Ort des Meeres täglich ungefähr zweimal Fluth und zweimal Ebbe hat. Diese Fluthhügel würden sich auf eine sehr einfache Weise, den Stellungen von Mond und Sonne entsprechend, über die Erdoberfläche hin, oder vielmehr diese unter ihnen hinweg bewegen, wenn nicht das in unregelmäßiger Gestalt aus dem Meere hervorragende Land eine Menge Störungen des normalen Verlaufes hervorbrächte. Dadurch wird die factische Erscheinung so complicirt, daß sie sich nicht mehr

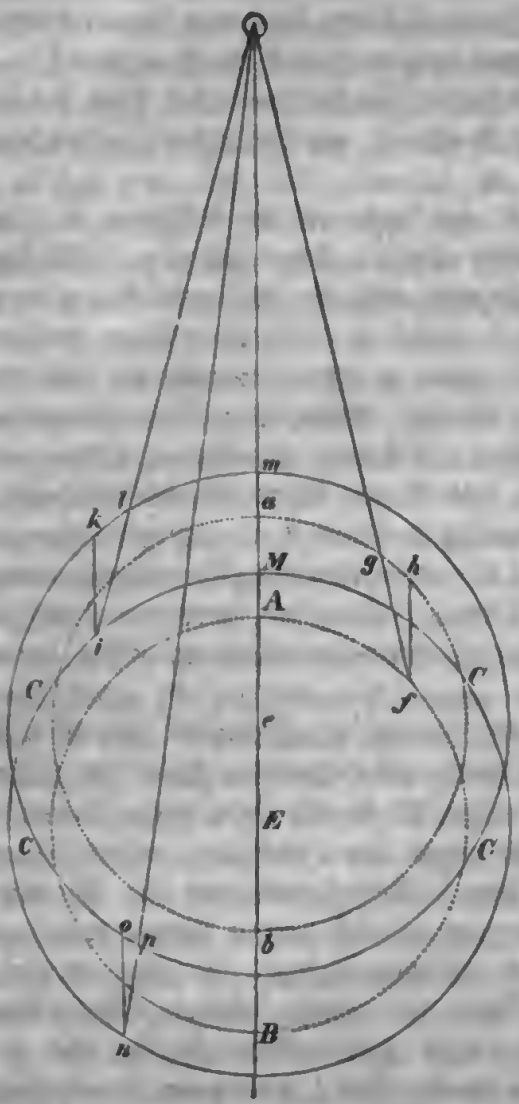
a priori aus den wirkenden Attractionen ohne vorgängige Beobachtung für jeden Ort berechnen läßt, wie es bei einer überall gleich dick mit Wasser bedeckten Erdoberfläche sehr leicht sein würde. Die Verzögerungen und die mittleren Anschwellungsgrößen kann man für jeden Ort der Erde nur durch Beobachtung bestimmen; sind diese Umstände aber einmal bestimmt, dann lassen sie sich für folgende Fälle aus den Constellationen von Mond und Sonne genau voraus berechnen. Die Erscheinung von Fluth und Ebbe hat durch ihre veränderliche Periodicität etwas an die Erscheinungen des organischen Lebens Erinnerndes. „Es ist nicht zu verwundern, daß man zu einer Zeit, welche die Erklärung der Fluth und Ebbe noch nicht herbeigeführt hatte, ihren Mangel durch diese Vergleichung zu ersetzen suchte, und, um es nicht bei einem bloßen Gleichnisse bewenden zu lassen, die Erscheinung sogar als ein Zeichen eines Lebens der Erde ansah. Allein eine gründlichere Naturlehre hat uns seit Newton's großer Zeit von diesem Irrthume befreit, indem sie gezeigt hat, daß Fluth und Ebbe aus dem Gehorsame hervorgehen, welchen alles Körperliche, also auch das Flüssige auf der Erde, derselben Kraft leisten muß, welche die Himmelskörper in ihren Bahnen, sowie die Pendeluhren in ihrem Gange erhält. Sie hat gezeigt, daß die Erscheinung nicht nur im Ganzen, sondern auch in allen ihren Veränderungen, dermaßen der Rechnung folgt, daß man Jahrhunderte lang vorausbestimmen kann, wenn an einem gegebenen Tage eine Fluth eintreten und bis zu welcher Höhe sie gelangen muß. Wenn das Ereigniß selbst mit dieser Rechnung nicht übereinstimmt, so ist die Ursache des Fehlers nicht weit zu suchen: ein Sturm in der Nähe des Ortes, wo er sich zeigt, bringt ihn hervor, und über die Grenzen des Sturmes und seiner Einwirkung hinaus findet er nicht mehr statt. Die Newton'sche Naturlehre hat also Fluth und Ebbe vollständig erklärt, oder mit anderen Worten, sie von allem Wunderbaren entkleidet und sie in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt. Nur eine Erscheinung bleibt wunderbar dabei, und dies ist die Kraft der mathematischen Hülfsmittel, welche der menschliche Verstand zu seiner eigenen Verstärkung geschaffen hat, und durch deren Beistand es ihm möglich geworden ist, eine Reihe von Folgerungen in Verbin-

dung zu setzen, die von den Bewegungen der Sonne und des Mondes bis zu den Bewegungen des Meerwassers führen, und beide Wirkungen einer Ursache, so verschiedenartig sie auch hervortreten, so fest an diese zu knüpfen, daß man sogar Kenntnisse, welche auf die Beobachtungen und Rechnungen der Astronomen Einfluß haben, von den Maßstäben ablesen kann, welche man in den Häfen angebracht hat, um daran die Wasserhöhen zu beobachten.“[1])

Newton's Methode der Naturforschung besteht darin, daß sie die Erscheinungen nicht als für sich bestehende Thatsachen betrachtet, sondern ihre Ursachen aufsucht und wenn sie dieselben gefunden, aus ihnen auch theoretisch die Erscheinungen ableitet, welche dann mit den factischen so weit übereinstimmen müssen, als die Vollkommenheit der Beobachtungen und die Mannichfaltigkeit der kleinen, sich der Rechnung entziehenden Störungen erlaubt. Auf diese Weise fand Newton die allgemeine Schwere, das Bestreben jedes körperlichen Punktes, alle übrigen körperlichen Punkte anzuziehen, als eine Ursache der Bewegungen aller Himmelskörper. Auch Fluth und Ebbe sind hiervon eine Folge. Durch Uebereinstimmung von Ursache und Wirkung ist das auf's Vollständigste erwiesen.

Lassen Sie mich nun versuchen, Ihnen die sehr in das Gebiet der Mathematik fallenden Ursachen von Fluth und Ebbe nach Newton's Lehren möglichst deutlich zu machen. Voraussetzen muß ich dabei, daß Ihnen der Unterschied zwischen festen und flüssigen Körpern klar vorschwebt und daß Sie sich auch erinnern, daß die allgemeine Anziehung der Körper mit ihrer Entfernung von einander abnimmt. Fluth und Ebbe werden, wie Sie wissen, durch Mond und Sonne bedingt; um die Betrachtung zu vereinfachen, lenke ich Ihre Aufmerksamkeit aber zunächst nur auf die Sonne, für den Fall, daß die ganze Erde überall gleich dick mit Wasser bedeckt wäre. Die Bahn der Erde ist, wie Sie wissen, ein beständiges Fallen nach der Sonne (⊙ auf umstehendem Holzschnitt). Es betrage dasselbe z. B. in einer Minute so viel, daß dadurch der Mittelpunkt E nach e gerückt würde, wenn nicht gleichzeitig eine andere Kraft das Fallen in einen Umschwung verwandelte. Die festen Theile der Erde können dieser Kraft nur im Ganzen und ohne Aenderung der Gestalt folgen, obwohl

die der Sonne näheren bei A stärker angezogen werden als z. B. die bei B und C. Die ganze feste Erde rückt, der Schwere folgend, in die Stellung a C b C. Auch können die festen Theile bei f nicht der wahren Anziehungsrichtung f g folgen, sondern sie sind gezwungen, den Weg nach h zurückzulegen, d. h. der Effect, den die Anziehung auf die festen Theile der Erde hervorbringt, ist nicht gleich der Anziehung jedes einzelnen Theiles, sondern gleich der Anziehung der Gesammtmasse oder, was dasselbe ist, ihres Schwerpunktes E. A fällt daher, obwohl er stärker angezogen wird, in derselben Zeit durch keinen längeren Weg als B oder C oder f, und alle fallen parallell statt concentrisch gegen ⊙, während allerdings die Tendenz ihres Fallens nicht dieselbe ist. Das ist aber anders bei flüssigen Körpern, wie bei dem Wasser (und der Luft). Das bewegliche Wassertheilchen i fällt nicht nach k, sondern nach l zu, und weil es etwas entfernter von der Sonne ist als M, in derselben Zeit nicht genau ganz so weit als M. Durch diese Fallrichtungen und Größen entsteht, wie Sie sehen, nothwendig ein Bestreben aller Wassertheilchen in der Richtung nach m zusammenzurücken, und



daraus wird ein Fluthhügel, unter welchem die feste Erde A C B C sich hinwegdreht.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit auf die andere Seite der Erde. Ein Wassertheilchen bei B und bei n wird nicht so stark von der Sonne angezogen als bei M oder bei i, es fällt deshalb nicht so schnell (in derselben Zeit nicht so weit) gegen die Sonne als M oder i, welche Differenz jedoch durch die Massenanziehung der fallenden Erde fast ganz aufgehoben wird. Es fällt aber auch nicht in der Richtung n o, wie ein festes Theilchen fallen würde, sondern nach p zu. Wir sehen also auch hier ein Zusammenrücken der Wassertheilchen nach der Mittellinie zu bedingt, wodurch auch auf dieser Seite ein Fluthhügel entstehen muß, unter welchem ebenfalls die feste Erde sich beständig hinweg bewegt. Durch diese Anhäufungen von Wasser in der Richtung der Sonne und ihr gegenüber, deren Massen man für eine überall mit Meer bedeckte Erdoberfläche auf etwa 100 Cubikmeilen berechnet hat, entsteht nothwendig nach den Regionen C C ein verhältnißmäßiger Wassermangel, und dieser bewirkt die Ebbe. Die Umdrehung der Erde aber bringt den beständigen Wechsel von Fluth und Ebbe hervor. Wäre die Sonne die einzige oder auch nur die Hauptursache davon, so würde dieser Wechsel genau täglich vier Mal eintreten. Aber nicht die Sonne allein wirkt in dieser Art ungleich auf die festen und flüssigen Theile der Erde, sondern auch der Mond und zwar dieser wegen seiner viel geringeren Entfernung bei Weitem überwiegend. Das Ueberwiegen der Mondwirkung ist um so größer, da es sich hierbei vorzugsweise auch um die Unterschiede der Entfernungen, z. B. um den Unterschied zwischen M ⊙ und i ⊙ handelt, und diese Unterschiede sind für den nahen Mond viel größer als für die ferne Sonne. Dadurch entstehen, streng genommen, vier Fluthhügel, zwei größere durch den Mond und zwei kleinere durch die Sonne veranlaßte. Die ersteren wiederholen sich wegen der Erdumdrehung an jedem Orte alle 24 Stunden genau zwei Mal, die letzteren wegen der gleichzeitigen Mondbewegung alle 25 Stunden zwei Mal. Die letzteren sind zwei und ein halb Mal so bedeutend als die ersteren, nur sie werden deshalb vorzugsweise wahrgenommen und Fluth genannt.

Ihre Erscheinung ist natürlich um so größer, je mehr sie mit den Wirkungen der Sonne zusammenfallen, um so kleiner, je mehr die Sonnenfluth in die Mondebbe fällt. Je mehr beide Himmelskörper in einer Richtung stehen, desto größer ist folglich ihre gemeinsame Fluthwirkung. Am kleinsten während des ersten und letzten Viertels des Mondes, größer bei Vollmond und Neumond (Springfluth), am größten bei Sonnenfinsternissen, die in Zeiten eintreten, in welchen der Mond der Erde und die Erde der Sonne besonders nahe stehen. Doch wirken außerdem auch noch die herrschenden Winde sehr modificirend auf die Größe und selbst auf die örtliche Eintrittszeit von Fluth und Ebbe ein.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß auch die Atmosphäre solche Fluthhügel bilde, aber es sind bis jetzt nur sehr geringe Spuren davon aufgefunden worden.

Ebenso muß, wenn die Erde einst heißflüssig war und im Innern noch heißflüssig ist, die Stellung von Mond und Sonne dergleichen Bewegungen hervorgebracht haben, und so weit es der Raum erlaubt, noch hervorbringen.

Was das Erstere betrifft, so gestatten Sie mir, daß ich diesen Brief hierüber mit einer Betrachtung des berühmten Astronomen Bessel schließe, wie ich ihn mit einer solchen begonnen habe. „Erlauben Sie mir nur noch, daß ich auch auf den Hintergrund des Bildes hinweise; auf das, was sich in blauer Ferne zeigt, in deren Nähe kein menschliches Auge gedrungen ist und kein menschlicher Verstand dringen wird, dessen Beschreibung höchstens nur in den großartigsten, aber auch am schwersten zu deutenden Zügen, nämlich in den Gebirgszügen der Erde, zu uns gelangen könnte. Ich rede von der Jugendzeit der Erde, von der Zeit, in welcher das Urgebirge noch im geschmolzenen Zustande vorhanden war, in welcher die Erde eine ganz oder großentheils flüssige Masse bildete. Dieselben Ursachen, welche das wenige Wasser auf der Erde um wenige Fuß steigen und fallen lassen, haben auch jene große flüssige Masse in Schwankungen versetzt; aber in berghohe Schwankungen, in Bewegungen, von welchen keine Vorstellung mehr vorhanden ist und denen unsere Einbildungskraft vielleicht nicht einmal folgen kann. Wäre diese heftig bewegte Masse zuerst an ihrer

Oberfläche erstarrt, oder hätten sich ihre zuerst erstarrten Theile an die Oberfläche begeben, wie das auf dem schwereren Wasser schwimmende, leichtere Eis unserer Polarmeere, so müßten Folgen, denen ähnlich, welche diese Meere uns zeigen, eingetreten sein: die erstarrten Theile würden hin- und hergeworfen sein, sich über und unter einander gedrängt, ihre horizontale Lage in geneigte Lagen verändert, und bei fortschreitender Erstarrung eine Oberfläche gebildet haben, von welcher die aus Eisbergen und Eisflächen zusammengefrorene, unebene Oberfläche der Polarmeere vielleicht ein Bild, wenn auch nur ein im kleinsten Maaßstabe ausgeführtes, gewährt. — Ich habe auch dieser möglichen bleibenden Folge der Fluth und Ebbe erwähnen wollen. Daß sie den Beweisen des nach und nach erfolgten und noch erfolgenden Emporsteigens der Gebirge der Erde, welche nicht etwa durch Verfolgung zweideutiger Gründe, sondern durch Beobachtung zusammenhängender Thatsachen erlangt worden sind, nicht entgegentreten soll und kann, ist der Natur der Sache angemessen und braucht daher kaum erwähnt zu werden. Ueberhaupt ist meine Meinung, daß von Dingen und Ereignissen in „blauer Ferne," d. h. von solchen, zu welchen keine ununterbrochene Stufenreihe verfolgt werden kann, viel Nichtunvernünftiges zwar gesagt, aber nie als unzweideutige Wahrheit erkannt werden kann. Das erfahrungsgemäße, nie abbrechende Zurückkommen auf alle Dinge und Ereignisse, deren Entfernung von uns, dem Raume oder der Zeit nach, als unendlich angesehen werden kann, rechtfertigt wenigstens diese Meinung.

Dreißigſter Brief.

## Circulation des Waſſers auf der Erde.

„Wer, zu geiſtiger Selbſtthätigkeit erweckt, ſich gern eine eigene Welt im Innern baut, den erfüllt der Schauplatz des freien offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen.“ v. H.

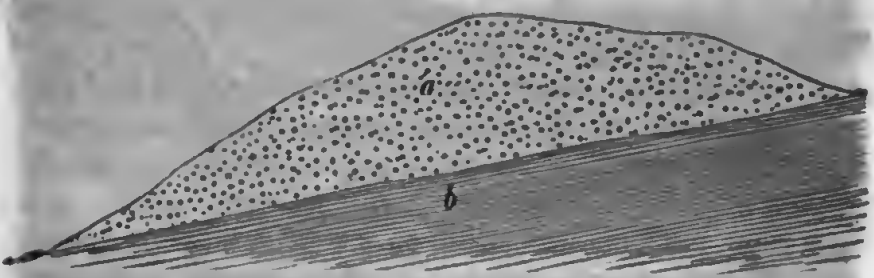
---

Ich kann dieſe Gelegenheit nicht vorübergehen laſſen, ohne Ihnen eine kurze Schilderung des Waſſerkreislaufes auf unſerem Erdkörper zu entwickeln, dieſes Kreislaufes, der zu den Grundbedingungen für die Exiſtenz organiſcher Weſen gehört, und von deſſen örtlicher Entwickelung die Cultur und der Wohlſtand der Völker nicht wenig abhängen. An der Quelle ſuchen wir Labung, der murmelnde Bach treibt unſere Mühlen, der ſpiegelnde Fluß wird zur großen Straße des Handels und die ſchäumenden Wogen des Oceans durchſchneidet der belaſtete Kiel, die Nationen aller Welttheile durch tauſend Fäden verbindend, und was der brennende Sonnenſtrahl verflüchtigend der Atmoſphäre zuführt, kehrt als erfriſchender Thau und Regen zu uns, den Landbewohnern, zurück.

Laſſen Sie uns dieſen Kreislauf von den Quellen der Flüſſe verfolgen, um zuletzt wieder zu ihnen zurückzukehren. Daß die Quellen, wenn man von einzelnen Ausnahmen abſieht, durch das Waſſer geſpeiſt werden, welches aus der Atmoſphäre als Regen, Thau, Nebel, Schnee u. ſ. w. auf die Erde niederfällt, unterliegt bei allen Verſtändigen keinem Zweifel mehr. Alle die künſtlichen Hypotheſen, mit welchen ſich wunderliche Käuze zuweilen die Köpfe zerbrochen haben, nach welchen die Quellen durch unterirdiſche Strömungen und dergleichen, unabhängig von atmoſphäriſchen Niederſchlägen, geſpeiſt werden ſollen, was höchſtens ganz ausnahmsweiſe der Fall iſt, zerfallen in Nichts gegen die einfachſte aller Erklärungen.

Das Regen- oder Thauwaſſer verliert ſich auf dreierlei Weiſe von der Oberfläche, auf welche es auffällt. Ein Theil verdunſtet ſogleich wieder, ein anderer Theil läuft an der Oberfläche ab und kommt den Bächen und Flüſſen unmittelbar zu, der Reſt endlich dringt in dieſelbe ein. Hier ſinkt es ſo tief,

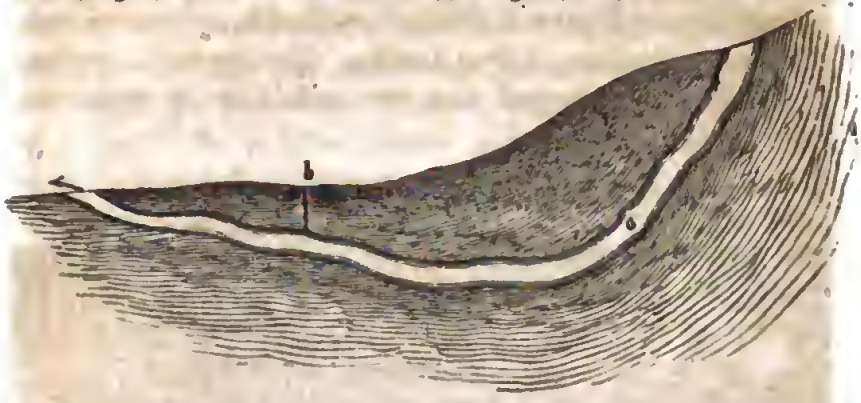
als die localen Umſtände es erlauben. Findet es eine undurchlaſſende Unterlage, ſo ſammelt es ſich auf dieſer und tritt nach und nach an den Stellen in Geſtalt von Quellen hervor, wo dieſe Unterlage mit ihren tiefſten Punkten die Oberfläche berührt. Einen ganz einfachen Fall dieſer Art verſinnlicht der beiſtehende Holzſchnitt.




Das Waſſer, was über dem undurchlaſſenden Boden b in den Hügel oder Berg a eindringt, kommt bei ↖ als Quelle hervor, aber nur nach und nach, weil die einzelnen Waſſertheilchen ſehr ungleich lange Wege zurückzulegen haben. Dringt kein neues Waſſer ein, ehe das durch ſeinen Weg entfernteſte Theilchen dieſen Weg zurückgelegt hat, ſo verſiegt die Quelle; erfolgen aber ſtets früher neue atmoſphäriſche Niederſchläge, ſo iſt die Quelle unverſieglich, wenn auch in ungleichen Zeiten von ungleicher Stärke. Wenn der Waſſer undurchlaſſende Boden nicht tiefer liegt als die wechſelnden Temperaturen der Oberfläche in den Boden eindringen, ſo entſtehen dadurch kalte Quellen, deren mittlere Temperatur mit der mittleren Temperatur der Gegend übereinſtimmt, oder ſogar etwas niedriger iſt, wenn ihr Zufluß aus hohen Bergen herrührt. Dringt aber das Waſſer bis ſo tief in das Erdinnere ein, wo die Temperatur eine conſtant höhere iſt, als an der Oberfläche, ſo kann es dann je nach der Größe dieſer Tiefe als warme oder heiße Quelle wieder hervortreten. Das iſt z. B. bei einem Schichtenbaue wie der nachſtehende ſehr leicht möglich, wenn wir nämlich a als eine waſſerdurchlaſſende Schicht zwiſchen zwei waſſerundurchlaſſenden Geſteinen annehmen.

Die Temperatur einer ſolchen Quelle wird, wie erwähnt, um ſo höher ſein, je tiefer ihr Waſſer eindrang und je kürzer der Weg iſt, auf dem es emporſteigt. Ja ſie kann dem Siede-

punkte nahe kommen oder unter gewiſſen Umſtänden ihn ſogar überſteigen, wie wir an den Geyſern geſehen haben.




So geſpannte Quellenwege gewähren zugleich die Möglichkeit arteſiſcher Springquellen; bohrt man nämlich bei b ein Loch bis in die Waſſerſchicht, ſo wird das Waſſer, da b tiefer liegt als der natürliche Ausflußpunkt ←, bei b mit einer gewiſſen Kraft hervorſprudeln, ähnlich wie bei einer künſtlichen Fontaine.

Auf ſeinen unterirdiſchen Wegen löſt nun das Waſſer aus dem durchſtrömten oder durchſickerten Geſteine Alles auf, was für Waſſer ſeiner Temperatur auflöslich iſt. So entſtehen Mineralquellen und Salzſoolen, deren Gehalt einestheils von der Zuſammenſetzung der durchſtrömten Gebirgsarten, anderentheils von ihrer Temperatur (alſo der Tiefe ihres Weges) abhängig iſt. Faſt jede Quelle iſt etwas mineraliſch, man pflegt ſie aber erſt ſo zu nennen, wenn der Mineralgehalt durch Geſchmack oder Wirkung auf den Körper bemerkbar wird. Wenn ſich heiße Mineralquellen beſonders häufig in vulkaniſchen oder vulkaniſch geweſenen Gegenden vorfinden, ſo mag dies theils an der größeren Zerſpaltung und deshalb leichteren Durchdringbarkeit ſolcher Gegenden liegen, theils aber wohl auch daran, daß in ſolchen Gegenden die Temperaturzunahme mit der Tiefe eine ſchnellere iſt, als anderwärts. Wenn aber ſolche Mineralquellen heilkräftig auf den menſchlichen Organismus wirken, ſo kann man das einen glücklichen Zufall nennen, oder eine Folge der überall in einander greifenden Naturgeſetze. Aber keineswegs alle Mineralquellen ſind zugleich Geſundbrunnen.

Wenn nun das Wasser den Quellen entströmt ist, so läßt es die mineralischen Bestandtheile, welche es aufgelöst enthält, größtentheils sogleich nach seinem Ausströmen, also in der Nähe der Quellenmündung niederfallen, weil hier die auflösende Kohlensäure oder Wärme entweicht, oder weil ein Theil des Wassers verdunstet. Schon deshalb würden alle Bäche und Flüsse weniger Kohlensäure und mineralische Bestandtheile aufgelöst enthalten, als im Durchschnitt die Quellen; dazu kommt aber noch, daß der Mineralgehalt gewöhnlich in einzelnen Quellen besonders concentrirt ist, während sich deren Wasser in den Bächen mit vielem von Haus aus weit weniger mineralischem und oft sogar mit reinem Regen- oder Thauwasser mischt. Der, wenn auch geringe Kohlensäuregehalt der meisten Quellen ist es, welcher ihrem Wasser als erfrischender und durstlöschender einen großen Vorzug vor Regen- oder Flußwasser giebt. Dagegen beginnen nun die Bäche und Flüsse eine neue zerstörende Arbeit; sie graben sich ihre Betten in festen Fels oder lockeren Boden, unterwühlen ihre Ufer und führen besonders in Fluthzeiten, wenn sie durch Regen- oder Thauwetter über ihr gewöhnliches Niveau anschwellen, eine Menge fester Bestandtheile mechanisch mit sich fort, welche z. B. beim gelben Flusse in China $^1/_{200}$, beim Rheine nach Harstöker sogar $^1/_{100}$ der Wassermasse betragen soll. Da diese Wirkungen beständig und an unzähligen Punkten der Erdoberfläche zugleich stattfinden, so ist ihr Gesammterfolg natürlich sehr groß. Nehmen wir als mittleren Schlammgehalt der Flüsse nur $^1/_{455}$ ihrer Wassermasse an und rechnen wir die von allen Flüssen jährlich dem Meere zugeführte Wassermasse nach ungefähren Schätzungen zu 455 Cubikmeilen, so beträgt die Masse der jährlich von ihnen ins Meer geführten festen Bestandtheile eine Cubikmeile. Es ist sehr die Frage, ob von allen Menschen, die je auf der Erde gelebt haben, zusammengenommen eine so große Masse fester Theile bemerkbar translocirt worden ist. Der Rauminhalt der größten ägyptischen Pyramide beträgt z. B. nur etwa den millionsten Theil einer Cubikmeile.

Alle diese mechanisch fortgeführten Theile setzen die Flüsse in überschwemmten Niederungen und Landseen, im Meere oder an ihren Mündungen in das Meer wieder ab. Im letzteren

Falle bilden ſie dadurch die Delta's, deren Ausdehnung zuweilen Hunderte von Quadratmeilen beträgt.

Der Lauf der Flüſſe iſt natürlich abhängig von der Configuration des Bodens, aber keineswegs in der Weiſe, daß man dieſe als ein Reſultat von jenem betrachten könnte. Gebirge ſind zwar gewöhnlich, aber nicht immer Waſſerſcheiden von Stromgebieten, und keineswegs alle Waſſerſcheiden von Stromgebieten fallen mit Gebirgsketten zuſammen. Es herrſcht vielmehr eine gewiſſe Unabhängigkeit zwiſchen dem Laufe der Flüſſe und der Lage, Richtung und Form der Gebirge. Ja zuweilen erkennt man ſogar, daß die Erhebung der Gebirge oder Berge erſt erfolgt iſt, nachdem ſchon Waſſerabläufe auf ihrer Oberfläche vorhanden waren, die nun dadurch unmöglich geworden ſind. Solche Fälle haben Darwin[8]) und v. Tſchudi[10]) in Peru mehrfach beobachtet. Der alte Lauf des Fluſſes Chillon z. B. läßt ſich als trocknes Bette (rio seco) über eine neuerlich gehobene Hügelkette hinweg verfolgen, die er jetzt in großem Bogen umſtrömt.

In Berghaus' phyſikaliſchem Atlas können Sie eine recht überſichtliche Darſtellung der wichtigſten Stromgebiete unſerer Erde finden; das größte unter denſelben iſt das des Amazonenſtromes mit 94500 Quadratmeilen Oberflächenraum, während das des Rheines z. B. nur 4080 Quadratmeilen enthält. Man pflegt außer dieſer tributpflichtigen Oberfläche auch noch die Längenausdehnung und wo möglich die normale Waſſermenge der Flüſſe zu beſtimmen, wobei ſich denn zeigt, daß dieſe Größen einander keineswegs proportional ſind, was eine ſehr natürliche Folge der verſchiedenartigen Oberflächengeſtaltung und der ungleichen Vertheilung atmoſphäriſcher Niederſchläge iſt.

Die meiſten Ströme oder Flüſſe münden in das Meer, einige aber in Landſeen, die keinen Ausfluß haben und mit dem Meere in gar keiner flüſſigen Verbindung ſtehen, weshalb denn auch ihr Spiegel theils viel tiefer, theils viel höher als der des Meeres liegt, welches Erſtere nicht ſein könnte, wenn ſie mit ihm in flüſſiger Verbindung ſtänden. Die merkwürdigſten Beiſpiele dieſer Art ſind das Kaſpiſche, 80 Fuß, und das todte Meer, 600 Fuß tiefer als der Spiegel des Oceans, die Land-

ſeen im Innern Aſiens und die kleineren in der mehrfach geſpaltenen Kette der Anden.

Dieſe Landſeen ohne flüſſige Verbindung mit dem Weltmeere haben ihre eigenen Flußſyſteme, ſtehen jedoch durch die Verhältniſſe von Verdunſtung und Niederſchlag auch mit dem Ocean in einiger Verbindung, wodurch ihr Spiegel etwas verändert wird, je nach der Größe dieſer Factoren. Ohne Ausfluß können ſolche Seen natürlich nur dann bleiben, wenn ihre Verdunſtung im Durchſchnitt eben ſo groß oder größer iſt, als der Zufluß. Beträgt die Verdunſtung mehr als der Zufluß, ſo nehmen ſie ſo lange ab, bis ſich das Gleichgewicht zwiſchen beiden hergeſtellt hat. Denn mit dem Sinken ihres Spiegels wird auch ihre Oberfläche und folglich ihre Verdunſtung kleiner, während die Zuflüſſe ſich gleich bleiben. Iſt dagegen der Zufluß ſtärker als die Verdunſtung, ſo wird er ein beſtändiges Steigen und endliches Ueberfließen bedingen.

Das Weltmeer hat, ſo weit die Geſchichte reicht, weder eine Zu-, noch Abnahme gezeigt. Die eine wie die andere müßte ſich überall gleichmäßig durch Uebertreten oder Zurückweichen zu erkennen geben. Aber alle hiſtoriſchen Niveauänderungen an den Küſten haben ſich bis jetzt als local erwieſen und rühren daher ſicher von Erhebung oder Senkung des Landes her, nicht von einer localen Schwankung des Meeres. Ja es iſt ſogar wahrſcheinlich, daß auch in vorhiſtoriſcher Zeit die Niveauſchwankungen meiſtentheils nur locale, durch Erhebung oder Senkung des Landes bedingte waren, wenn auch wirklich durch die Aenderung der Ekliptik bedingt ein ſeculäres Schwanken der größten Waſſeranhäufung von einem Pol zum anderen ſtattfinden ſollte.

Das Meer beſteht, wie Sie wiſſen, aus Mineralwaſſer: es enthält Chlornatrium (Kochſalz circa 2,50 Procent), Chlormagneſium (0,30), ſchwefelſaure Talkerde (0,30), Chlorcalcium (0,15) nebſt Spuren von kohlenſaurer Kalkerde, kohlenſaurer Talkerde, kohlenſaurem Eiſenoxydul, phosphorſaurer Kalkerde, Kieſelſäure, Brom- und Jodverbindungen. Dieſe conſtanten Beſtandtheile ſcheint es (vielleicht in etwas anderen Quantitäten) ſchon in den älteſten geologiſchen Epochen enthalten zu haben, aber die Quantität derſelben iſt auch jetzt nicht überall

gleich, ſondern in der Tiefe und zwiſchen den Wendekreiſen, wo die Verdunſtung am ſtärkſten iſt, im Allgemeinen am größten, gegen die Pole hin geringer. Dieſe Unterſchiede müßten nothwendig noch größer ſein, wenn nicht die Strömungen des Meeres beſtändig umrührend wirkten. Dieſe Strömungen, welche theils mit beſtimmten uferähnlichen, theils mit unbeſtimmten Grenzen ſich zwiſchen dem ruhigen Waſſer fortbewegen, ſind in ihrem theils oberflächlichen, theils tief innerlichen Verlaufe äußerſt complicirt, ſie rühren, wie v. Humboldt bemerkt, von ſehr mannichfachen Urſachen her, deren Einfluß ungleich iſt. Als wichtigſte dieſer Urſachen werden die Drehung der Erde unter den Fluthhügeln hinweg, die herrſchenden Winde, die durch Salzgehalt und Wärme ungleiche Dichte des Meerwaſſers, die conſtanten oder unregelmäßigen Luftſtrömungen (Winde) und die von Oſt nach Weſt fortrückenden periodiſchen Variationen des Luftdruckes betrachtet, welche letztere nothwendig eine Ausgleichung in dem Widerſtand des Waſſers finden müſſen, es wird nämlich dahin gepreßt, wo der Luftdruck temporär geringer iſt. Zu dieſen Urſachen kommt außerdem auch noch die ungleiche Verdunſtung. Wenn nämlich irgendwo die Verdunſtung des Meeres größer oder geringer iſt, als der Niederſchlag und Zufluß durch benachbarte Flüſſe, ſo muß nothwendig eine Ausgleichung durch Strömungen herbeigeführt werden. Im mittelländiſchen Meere erſetzen z. B. die einmündenden Flüſſe nicht das verdunſtende Waſſer, und dadurch wird in der Meerenge von Gibraltar eine conſtante ſtärkere Einſtrömung hervorgerufen, als die in der Tiefe beobachtete Ausſtrömung beträgt. Dadurch, ſowie durch die beſtändige ſtarke Einſtrömung aus dem indiſchen in das rothe Meer, erklärt es ſich zugleich, warum dieſes Meer an der Landenge von Suez merkbar niedriger ſteht, als das rothe Meer. Die Einſtrömung bei Gibraltar vermag nämlich nicht auf ſolche Ferne hin die Ausgleichung des Niveaus völlig herzuſtellen, die Waſſeroberfläche bleibt vielmehr immer eine etwas geneigte wie in jedem Fluſſe.

Man könnte glauben, die Schnelligkeit der durch die fortrückenden Fluthhügel hervorgebrachten Strömungen müſſe außerordentlich groß ſein, da jeder der gegen 100 Cubikmeilen enthaltenden Fluthhügel alle 25 Stunden einmal um die Erde

wandert. Da aber die Wassermasse der Fluthhügel in Vergleich zu den darunter liegenden Wassermassen des ganzen Meeres immer noch sehr klein ist und sich die Bewegung auf die ganze Masse vertheilt, so ist die Fortbewegung jedes einzelnen Theiles nur gering. Es ist das ein ähnlicher Fall, als wenn wir uns einen dicht gedrängten Gürtel von Menschen im Aequator um die ganze Erde herum aufgestellt denken. Diese können, ohne sich anzustrengen, überall mit dem Eintritt der Sonne in ihr Zenith sich auf eine besondere Weise gruppiren (Fluthhügel bilden), während es dem Einzelnen ganz unmöglich sein würde, auch nur eine kurze Zeit im Zenith zu bleiben, mit ihm fortzurücken. Ganz richtig ist dieser Vergleich natürlich nicht, wie denn Vergleiche und bildliche Vorstellungen überhaupt nie die Wahrheit zu ersetzen vermögen, während sie, wie ich in diesem Falle hoffe, schwierige Punkte oft sehr erläutern können.

Sicher ist es, daß alle Strömungen des Meeres, wenn sie auch nicht alle speciell erklärbar sind, von solchen physischen Verhältnissen, wie die genannten, herrühren, und nimmermehr einer besonderen mystischen Lebenskraft des Erdkörpers zugeschrieben werden dürfen.

Die Meeresströmungen sind es, welche ganz vorzugsweise auch eine andere Vertheilung der mittleren Temperatur auf der Erdoberfläche bedingen, als sie aus dem bloßen Sonnenstande hervorgehen würde. Sie verbreiten die Wärme des Aequators local gegen die Pole hin und die Kälte der Pole nach den Wendekreisen. Großbritannien und Norwegen verdanken ihr unverhältnißmäßig mildes Klima außer anderen Ursachen wahrscheinlich vorzugsweise dem Golfstrom, dessen Wasser, von tropischer Sonne erhitzt, sich nach diesen Erdgegenden ergießt.

Alle diese constanten Strömungen, sowie der jedem Windhauch folgende Wellenschlag, sind nicht nur für die Beschaffenheit und für die organische Bevölkerung des Meeres, sondern auch für die Schifffahrt auf demselben höchst wichtig. Wissenschaftliche Forschung und praktische Anwendung gehen hierbei recht unmittelbar Hand in Hand, und diesem Umstande verdanken wir die große Zahl der mühsamen Beobachtungen durch Seefahrer.

Digitized by Google

Das Meerwaſſer verdunſtet mit Zurücklaſſung alles Mineral- (Salz-) Gehaltes auf ſeiner Oberfläche ſtets und überall, aber nicht überall gleich ſtark, ſondern wo es am meiſten erwärmt und bewegt wird, am ſtärkſten. Die Dünſte werden von den Luftſtrömungen (den Winden) weiter getragen und bilden Wolken, aus welchen das Waſſer als Regen, Thau, Nebel, Schnee u. ſ. w. niederfällt, der größere Theil unmittelbar wieder in das $^2/_3$ der Erdoberfläche bedeckende Meer, der kleinere Theil auf das Land. Aber nicht gleichmäßig, ſondern aus verſchiedenen Gründen ſehr ungleich vertheilt. Die meiſten Niederſchläge erfolgen zwiſchen den Wendekreiſen, aber wahrſcheinlich nicht ſo viel mehr, als die Verdunſtung hier ſtärker iſt, was dann durch Strömungen ausgeglichen werden muß. Ferner regnet es auf dem Lande mehr als auf gleichgroßer Oberfläche des Meeres, mehr an den Küſten als im flachen Landinnern, mehr in Gebirgen als in Ebenen, mehr auf den den herrſchenden Winden zugekehrten als von ihnen abgewendeten Gebirgsabhängen. Alle dieſe Umſtände durchkreuzen, ergänzen und neutraliſiren ſich aber ſo vielfach, daß ſie zuweilen kaum noch einzeln heraus gefunden werden können. Manchmal jedoch treten einzelne derſelben beſonders deutlich hervor, ſo z. B. in dem einfachen Bau des ſüdlichen Südamerika. Hier erſtreckt ſich eine mächtige Gebirgskette von Süd nach Nord, an deren Oſtſeite ſich eine flache Niederung anlehnt, während ſie weſtlich nur durch einen ſchmalen Landſaum vom Meere getrennt wird. Ueber dieſes Land ziehen die mit Waſſerdünſten beladenen Luftſtrömungen in zwei entgegengeſetzten, ziemlich conſtanten Richtungen: ſüdlich vom 25. Grad der Breite aus NO. nach SW., nördlich von dieſem Grad aus SW. nach NO. Die Folge davon iſt, daß ſüdlich alle Niederſchläge auf der Weſtſeite der Anden erfolgen, wo die Winde an ſie anprallen, und hier im ſüdlichen Chile und weſtlichen Patagonien eine üppige Waldvegetation ernähren, während öſtlich dürre faſt unbewohnte Ebenen ſich in La Plata und Oſtpatagonien bis zum Meere ausdehnen. Nördlich vom 30. bis 25. Grad iſt das ganz umgekehrt, da werden die ſüdöſtlichen Paſſatwinde von der Andeskette geſtaut und entladen ſich ihrer Feuchtigkeit über den deshalb

fruchtbaren Niederungen Braſiliens, während Peru und Bolivien auf der dürren Oſtküſte faſt nichts davon erhalten.

Die Vertheilung der atmoſphäriſchen Niederſchläge ſteht nothwendig und wirklich im innigſten Zuſammenhange mit der der Quellen. Schon deshalb ſind dieſe am häufigſten und waſſerreichſten in den Gebirgen, wo kalte Berggipfel die Feuchtigkeit der Atmoſphäre begierig condenſiren und niederſchlagen. Auch die Vegetation hat einen großen rückwirkenden Einfluß auf die Bewäſſerung der Länder, aus der ſie urſprünglich hervorgeht. In waldreichen Gegenden ſcheinen nicht nur mehr Niederſchläge zu erfolgen als in gleich gelegenen waldfreien, ſondern ſie ſind da auch vor ſtarker Verdunſtung und ſchnellem Ablaufen mehr geſchützt. Der Ablauf des Waſſers vertheilt ſich in ihnen auf längere Perioden, und dies wäre ſelbſt dann noch ein ſehr wichtiger Einfluß der Wälder, wenn wir auch ihr Holz als Brenn- und Baumaterial entbehren könnten. Die traurigſten Folgen ſind ſchon aus der unvorſichtigen Zerſtörung der Wälder hervorgegangen; wir haben in Europa zwei warnende Beiſpiele der Art: das eine in Griechenland, deſſen frühere hohe Cultur dadurch für eine lange Periode vernichtet zu ſein ſcheint, das andere im italieniſchen Tyrol, von wo aus jetzt die ſeit Zerſtörung der Wälder höchſt unregelmäßig anſchwellenden Gewäſſer der Brenta dem Hafen Georgia und der alten Lagunenſtadt den Untergang durch Verſchlammung drohen.

Ich habe Sie nun durch den Kreislauf des Waſſers bis zu den Quellen zurückgeführt, und bitte Sie jetzt nochmals, dieſen ja nicht zu verwechſeln mit einem organiſchen Kreislauf, wie etwa dem des Blutes, womit man ihn mehr poetiſch als wahr verglichen hat. Seine Urſachen ſind Verdunſtung und Niederſchlag, ſowie das Geſetz der Schwere, während wir die des organiſchen Kreislaufes noch nicht kennen.

Einunddreißigster Brief.

# Gletscher.

Der Kreislauf des Wassers wird zuweilen dadurch unterbrochen, daß es bei niederer Temperatur sich in Eis verwandelt. Sie wissen es ja, daß an den Polen große Flächenräume beständig mit Eis bedeckt sind, von denen sich mächtige Massen ablösen, um als schwimmende Schollen oder Eisberge gegen die wärmeren Erdgegenden hin zu treiben, wo sie natürlich schmelzen. Diese Erscheinung als hinreichend bekannt voraussetzend, will ich Ihnen von einer anderen Unterbrechung der Wassercirculation durch Eisbildung Einiges erzählen, die im Kosmos ganz übergangen ist, während sie doch in neuester Zeit den Naturforschern viel zu schaffen gemacht hat. Ich meine die Bildung der Gletscher und ihre Bewegung.

Die Gletscher bestehen aus Eis und erstrecken sich von dem ewigen Schnee, dem sogenannten Firn einiger hohen Gebirge, z. B. der Schweizeralpen, in die Thäler und Schluchten hinab, oft bis tief unter die Grenze der constanten Schneebedeckung, z. B. bei Grindelwald bis in eine Höhe über dem Meere von etwa 3000 Fuß, während dort die Grenze des ewigen Schnees von den Spitzen der Berge nur bis etwa zu 8000 Fuß Meereshöhe, also gegen 5000 Fuß weniger tief herab reicht als die Gletscherenden. Die Gletscher hängen gleichsam wie gewaltige Eiszapfen von dem großen Schneedache der Alpen herab, aus welchem sie entstehen, indem der Firn, in die Thäler und Schluchten gedrängt, durch den Wechsel der Temperatur von Tag und Nacht, Sommer und Winter, nach und nach immer körniger wird und endlich in Eis übergeht.

Die lautlose Stille, die völlige Ruhe und Erstarrung, welche periodisch in den höchsten Regionen der Alpen herrscht, und einen so eigenthümlichen Eindruck auf das Gemüth macht, sind nur scheinbar. In Wirklichkeit herrscht auch hier beständige Bewegung der Theile, und oft genug äußert sie sich durch sehr

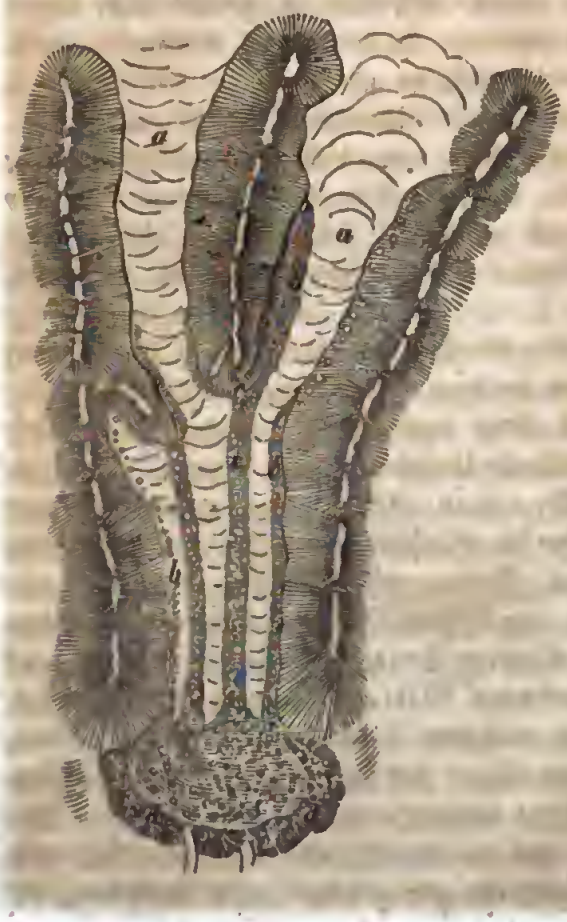
geräuschvolles Bersten des Eises oder durch donnernden Sturz der Lawinen.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß alle Gletscher in ihrer ganzen Ausdehnung sich thalabwärts bewegen, wodurch natürlich auch die einzelnen Theile ihrer unteren Enden stets vorrücken müssen. Auf diese Weise gelangen sie so weit unter die Schneegrenze hinab, bis das jährliche Abthauen dem jährlichen Vorrücken gleich kommt, so daß nun nur in ungewöhnlich kalten Jahren ein merkbares Vorrücken, und in ungewöhnlich warmen ein merkbares Zurückweichen des unteren Gletscherendes eintritt. In diesem Zustande des Gleichgewichtes finden wir die meisten Gletscher. Da aber ihre Lage sehr verschieden ist, so wirken die Winde und andere atmosphärische Einflüsse sehr ungleich auf sie ein, weshalb denn auch in Jahren von mittlerer Temperatur einige Gletscher ihr unteres Ende etwas zurückziehen (d. h. sie schmelzen ab), andere es vorschieben, während nur in ungewöhnlich kalten oder warmen Zeiträumen ein allgemeines Vorrücken oder Zurückziehen stattfindet.

Einige Gletscher endigen auch wohl über der Schneegrenze an steilen Abhängen, und ihr Ende kann dann nur deshalb nicht zusammenhängend vorrücken, weil es stets abbricht und den Abhang hinabstürzt. So entstehen Eislawinen und Gletscherfälle.

Daß wirklich alle Gletscher in ihrer ganzen Ausdehnung sich stets thalabwärts bewegen, ist nicht nur neuerlich durch specielle Beobachtungen direct nachgewiesen, sondern auch durch gewisse andere auffallende Umstände längst erkannt, am deutlichsten durch die Moränen (Anhäufungen von Schutt und Steinblöcken), welche die Gletscher theils vor sich herschieben, theils auf sich tragen. Diejenigen Schuttwälle, welche das untere Ende umgeben, nennt man Endmoränen, die an den Seitenrändern der Gletscher Seitenmoränen, und die auf der Oberfläche verlaufenden Mittelmoränen oder Gandecken. Alle diese Moränen enthalten häufig Blöcke von Gesteinen, welche nur am oberen Theile des Gletschers, manchmal meilenweit vom unteren Ende entfernt anstehen, und aus allen Umständen ergiebt sich, daß nur der Gletscher es gewesen sein kann, der sie an ihre jetzige Stelle getragen hat. Die Entstehung der

Moräuen ist nämlich ganz einfach folgende. Abwechselung von Frost und Wärme, Lawinenfälle und manche andere Umstände verursachen an den steilen Thalgehängen, zwischen denen die Gletscher sich ausdehnen, das Herabstürzen von Schutt und mächtigen Steinblöcken. Dieser Felsschutt bleibt größtentheils auf dem Rande des Gletschers liegen und bewegt sich mit ihm thalabwärts; auf diese Weise kommen aber natürlich immer neue Stellen des Gletschers (a) unter die Orte, wo Schuttmassen von den Thalgehängen herabfallen, und statt einzelner Schutthaufen entstehen lange Wälle — Seitenmoränen (b). Wo nun aber, wie das häufig der Fall ist, zwei aus verschiedenen Thälern kommende Gletscher sich mit einander vereinigen, da entsteht aus den beiden sich verbindenden Seitenmoränen eine Mittelmoräne (c), welche nicht die beiden Gletscher trennt,




sondern von ihnen gemeinschaftlich getragen wird, und wenn mehre Gletscher sich vereinigen, so entstehen natürlich unterhalb der Vereinigung auch mehre unter sich parallele Mittelmoränen. Sowohl die Theile der Seiten- als die der Mittelmoränen gelangen aber durch die stete Fortbewegung der sie tragenden Eismasse nach und nach an das untere Gletscherende, wo sie beim Aufthauen des Eises herabstürzen und die Endmo-

räne (d) bilden, die, wenn das Ende lange auf derselben Stelle stationär bleibt, zuweilen mehr als 100 Fuß Höhe erreicht.

Die Gletscherphänomene sind neuerlich durch den unermüdlichen Forscher Agassiz[11]) an dem schönen Unteraargletscher im Berner Oberland ganz besonders genau beobachtet worden, weshalb es nicht unpassend sein wird, diesen als Beispiel zu benutzen, um daran die interessante Natur und Thätigkeit der Gletscher überhaupt weiter zu erläutern.

Der Unteraargletscher ist einer der größten in der Schweiz, er wird an Ausdehnung nur vom Aletschgletscher übertroffen, seine Länge beträgt ziemlich zwei deutsche Meilen, seine Breite ¼ bis ⅜ Meilen, seine Dicke am unteren Ende über 100, und in der Mitte seiner Längenausdehnung über 800 Fuß. Wir haben im nördlichen Deutschland wenig Gebirgsthäler, welche tief und weit genug wären, eine so mächtige Eismasse aufzunehmen. Im Erzgebirge, im Harz und im Thüringer Wald ist kein einziges tief und weit genug dazu. Beim sogenannten Abschwung vereinigen sich der Finsteraar- und der lange Aargletscher zu einem Ganzen, und von hier aus erstreckt sich eine mächtige Mittelmoräne über den ganzen vereinigten Gletscher hin, die sich aber gegen das untere Ende zu immer mehr ausbreitet. Außerdem verbinden sich noch viele kleinere Gletscher mit der Hauptmasse, die in den Seitenschluchten oft mit 20 bis 40° Neigung herabhängen, und die zu unbedeutend sind, um gesonderte Mittelmoränen hervorzubringen; sie gleichen kleinen Bächen, die unmittelbar in einen mächtigen Strom einmünden.

Die Neigung des Hauptgletschers ist verschieden, zum Theil sehr gering. Sein unteres Ende liegt etwa 6000 Fuß, seine oberen 2 Meilen davon entfernten Anfänge etwa 8000 Fuß über dem Meere. Wo er nicht von Spalten zu sehr zerrissen ist, kann man überall bequem auf ihm hingehen; die Spalten sind am häufigsten da, wo er durch irgend einen Felsvorsprung in seiner regelmäßigen Bewegung etwas aufgehalten wird. Sie lassen in ein herrliches Dunkelblau hinabblicken und ersetzen in dieser Beziehung einigermaßen jene wunderbaren Eisgrotten oder Gletscherthore, die sich bei einigen anderen, in größere Tiefen hinabreichenden Gletschern vorfinden, und aus denen dann gewöhnlich ein sehr trüber Bach oder Fluß hervorquillt.

Die Fortbewegung der einzelnen Theile des Unteraargletschers betrug in den letzten Jahren nach sehr sorgfältigen Messungen da, wo sie am größten ist, d. h. ungefähr in der Mitte seiner Länge, jährlich 250 Fuß, eine halbe Meile weiter abwärts nur 160 Fuß, und am unteren Ende wahrscheinlich noch weniger, wird übrigens hier durch das jährliche Abschmelzen ziemlich genau ausgeglichen, so daß das Ende seine Stellung nur wenig verändert. Das Abschmelzen erfolgt bei diesem wie bei allen Gletschern im Sommer nicht nur am unteren Ende, sondern fast an der ganzen Oberfläche; dies lehren namentlich die Gletschertische und die mit Schutt bedeckten und dadurch gegen die Sonnenstrahlen geschützten Eiskegel. Beide gehören zu den besonders interessanten Erscheinungen der Gletscher. Wenn irgendwo ein kleines Steinchen, ein Sandkörnchen oder eine sehr dünne Sandschicht auf der Gletscheroberfläche liegt, so werden diese als dunkle Körper von den auffallenden Sonnenstrahlen stärker erwärmt, als das Eis, sie schmelzen deshalb in dasselbe ein und bilden kleinere oder größere Löcher oder Vertiefungen in dessen Oberfläche, auf deren Boden sie liegen bleiben. Wenn aber ein Stein oder eine Schuttmasse zu groß, zu dick ist, um in der kurzen Zeit, in welcher Sonnenstrahlen auffallen, durch und durch erwärmt zu werden, so schützen diese im Gegentheil das darunter befindliche Eis vor dem Aufthauen. Da aber daneben das Eis täglich aufthaut, verdunstet oder abschmilzt, so bleibt unter dem großen Stein- oder Schutthaufen ein Eisstiel oder Hügel stehen, und dieser bildet sich bei großen Steinplatten sehr oft so aus wie es die nachstehende Skizze zeigt.

Er wächst so lange und wird zugleich so lange immer dünner, bis er den Stein nicht mehr tragen kann. Dann bricht er zu-

sammen und der Stein stürzt herab, und zwar stets nach der Südseite, weil auf dieser durch die schräg auffallenden Sonnenstrahlen das Eis am meisten abgeschmolzen ist. Der Stein giebt, herabgestürzt, aufs Neue Veranlassung zu einem Gletschertisch und wandert auf diese Weise beständig etwas nach Süden.

Das stete Abschmelzen der Gletscheroberflächen hat auch zu der Fabel Veranlassung gegeben, das Gletschereis stoße durch einen unerklärlichen Proceß jeden zufällig hineingekommenen fremdartigen Körper, z. B. in Spalten gefallene Steine, gewaltsam aus. Dieses scheinbare Ausstoßen beruht lediglich darauf, daß alle eingefrorenen Körper durch das Abschmelzen der Oberfläche endlich an diese gelangen und auf ihr liegen bleiben, während das sie einhüllende Eis verdunstet oder als Wasser abläuft. Durch dieses Abschmelzen müßte eigentlich die Gletschermasse überall immer dünner werden, was doch im Ganzen nicht der Fall ist. Da nun, ehe der Gletscher selbst angegriffen werden kann, stets erst der Winterschnee weggeschmolzen sein muß, so kann auch dieser den Verlust nicht ersetzen. Es muß das ungefähre Gleichbleiben und geringe Auf- und Abschwanken der örtlichen Dicke der Gletscher vielmehr durch das stete Vorrücken und gleichzeitige Dünnerwerden oberer dickerer Gletschertheile erklärt werden. Zugleich spricht die schnellere Bewegung der oberen Theile im Vergleich gegen die unteren für die Möglichkeit eines Zusammenschiebens der Masse, was freilich mit dem übrigens so starren Zustande einigermaßen in Widerspruch zu stehen scheint.

In der Eismasse des Gletschers erkennt man eine Art von Schichtung, welche offenbar von den periodischen Schneefällen und den dazwischen zuweilen auf das Firngebiet aufgewehten Staubtheilen herrührt. Diese Schichtung des Firns bleibt in dem daraus entstandenen, zu Eis verwandelten Gletscher noch sichtbar, ist aber hier durch die etwas ungleiche Bewegung der einzelnen Theile (am Rande langsamer als in der Mitte) mannichfach gebogen und außerdem von sogenannten blauen Bändern, wahren Eisgängen, durchsetzt, welche durch Ausfüllung von Spalten mit Wassereis entstanden sind. Das Gletschereis, aus dem körnigen Firnschnee hervorgegangen, unterscheidet sich nämlich sehr wesentlich von dem gewöhnlichen,

aus Wasser entstandenen dadurch, daß es von Anfang an aus lauter einzelnen Körnern besteht, die durch an sich unsichtbare, oft mit Wasser gefüllte, feine sogenannte Haarspalten von einander getrennt sind, ähnlich wie das gewöhnliche Eis nach langem Liegen an der Luft sich körnig oder stänglich absondert. Die Temperatur im Innern des Gletschers bleibt stets dem Nullpunkt sehr nahe und scheint selbst im Winter nicht unter — 0,5 herabzusinken.

Die fast stete Vorwärtsbewegung aller Gletschertheile ist, wie erwähnt, vollständig erwiesen, aber über die Theorie dieser Fortbewegung ist man noch nicht im Reinen. Seit Sauffure glaubte man bis vor einigen Jahren allgemein, diese Vorwärtsbewegung erfolge lediglich durch die Schwere der Gletscher selbst und des auf sie drückenden Firnschnees, indem ihre Bodenfläche im Sommer bis zu gewissem Grade aufthaue und schlüpfrig werde. Als aber Venetz und nach ihm v. Charpentier[12]) und Agaffiz die erratischen Blöcke auf dem Juragebirge, welche offenbar aus den Hochalpen herstammen, durch ehemalige Ausdehnung der Gletscher bis dahin erklärten, da erschien ihnen jene einfache Erklärungsweise der Gletscherbewegung nicht mehr zureichend, weil allerdings der Neigungswinkel von den höchsten Alpenspitzen bis zu den erratischen Blöcken auf dem Juragebirge so gering ist, daß sie nicht annehmen zu können glaubten, die bloße Schwere habe jene Eismassen auf diesem nur nicht ganz 2 Grad geneigten Boden hinabgleiten lassen. Hr. v. Charpentier und nach ihm Agaffiz nahmen deshalb an und glaubten aus gewissen Beobachtungen erweisen zu können, daß die Bewegung der Gletscher vorzugsweise durch das allnächtliche Gefrieren des im Sommer am Tage von der aufthauenden Oberfläche des Gletschers in die feinen Haarspalten zwischen den einzelnen Eiskörnern eindringenden Wassers bewirkt werde, indem dieses Wasser als Eis einen etwas größeren Raum einnehme, und so in jeder der unendlich vielen Haarspalten zu Vergrößerung des ganzen Gleischers beitrage.

Dieser Hypothese wurden gleich anfangs, namentlich von Bronn, mancherlei gewichtige Einwendungen entgegen gestellt;

dann wurde sie von P. Merian in einer besonderen Abhandlung widerlegt, und ihre wärmsten Vertheidiger Agassiz und Desor haben sie jetzt selbst, wenigstens in ihrer ursprünglichen Gestalt, aufgegeben; da sie sich davon überzeugten, daß das Wasser in den Haarspalten des Eises des Nachts im Sommer, wo doch die Bewegung des Gletschers am stärksten ist, nicht friert, und also auch keine Ausdehnung desselben bewirken kann.

Agassiz pflichtet in seinem neuen Werke über die Gletscher[11]) den Ansichten von Forbes, die ich Ihnen nachher kurz entwickeln werde, in der Hauptsache bei, und fügt eine große Menge wichtiger Beobachtungen hinzu. Jedenfalls haben die Beobachtungen und Darstellungen von v. Charpentier und Agassiz den Gletscherphänomenen die Aufmerksamkeit der Geologen in hohem Grade zugewendet; man hat wohl eingesehen, daß der Erklärung durch bloßes Gleiten viele Schwierigkeiten im Wege stehen, und von mehreren Seiten her ist man bemüht gewesen, das Räthsel der Fortbewegung zu lösen.

Die Erklärungen, welche Hugi und Dr. Petzoldt zu geben versuchten, glaube ich nur als gänzlich unhaltbar bezeichnen zu müssen, da es hier nicht der Ort sein kann, phantastische Hypothesen zu widerlegen, wenn sie auch für einige Zeit eine gewisse Epoche gemacht haben, und namentlich in populäre Zeitschriften übergegangen sind. Ich will Ihnen nur versichern, daß kein Naturforscher sie noch der Beachtung werth hält.

Forbes[12]), der berühmte schottische Physiker, welcher mehre Jahre auf das Studium der Gletscher verwendete, glaubt gefunden zu haben, daß die Gletscher sich nach denselben Gesetzen wie Flüssigkeiten bewegen, daß sie also gewissermaßen in den Thälern hinabfließen, natürlich nicht wie Wasser, sondern wie eine in ihren Theilen nur sehr wenig oder vielmehr schwierig verschiebbare Masse. Es könnte dieser Zustand an die erkaltenden Lavaströme erinnern, die sich auch nur sehr langsam fortbewegen. Forbes sucht die Flüssigkeit (Verschiebbarkeit der Theile) noch besonders dadurch zu beweisen, daß die Gletscher in ihren einzelnen Theilen sich ungleich schnell bewegen, und

daß sie ganz die Form der Thäler annehmen, und z. B. wenn sie eben erst eine enge Stelle passirt haben, sogleich wieder eine Weitung des Thales ausfüllen, was ganz starre Körper nicht thun würden. Auch sollen nach Forbes die sogenannten Eislöcher wie die localen Wirbel der Flüsse meist ziemlich an derselben Stelle bleiben, während doch die sie bildenden Eistheile sich fortbewegen, wie das Wasser der Flüsse. Zu bedenken ist dagegen jedenfalls, daß alle Gestaltveränderungen der Gletscher stets mit scharfen Zerspaltungen verbunden sind, daß die Schnelligkeit ihrer Bewegung keineswegs immer im Verhältniß mit der Neigung des Bodens wächst, selbst an sehr tief herabhängenden Gletscherenden nicht, und daß überhaupt an krystallinischen Körpern, wie Eis, ein halbflüssiger Zustand nicht bekannt ist. Es könnte deshalb wohl höchstens von einer Verschiebbarkeit der Theile durch mechanische Zerstückelung und Durchdringung von Wasser die Rede sein, die wir im Kleinen beim Eis der Conditoren kennen. Eine solche findet allerdings in gewissem Grade sicher statt und kann auch nicht ohne Einfluß auf die Fortbewegung sein.

Hopkins[6]), ein Engländer, hat ganz neuerlich einige Versuche mit Eismassen angestellt, die der Saussure'schen Theorie des Gleitens der Gletscher sehr günstig ausfielen, aber noch weiterer Ausführung bedürfen, um auf die Gletscher im Großen angewendet werden zu können. Er fand nämlich, daß stark beschwerte Eismassen auf einer nur roh behauenen Sandsteinplatte noch bei der geringen Neigung von 3° abwärts gleiten, so lange sie nicht fest frieren, und daß dieses Gleiten selbst bis zu 15° Neigung der Steinplatte ein nicht gleichmäßig beschleunigtes ist, wozu es allerdings auf einer polirten oder noch stärker geneigten Platte wird.

Zum Abschluß der Gletscherfrage fehlt jedenfalls noch viel; so viel ist jedoch gewiß, daß die Phänomene rein physikalischer und in keiner Beziehung organischer Natur sind, wie einer der Gletscherforscher neuerlich anzudeuten versuchte.

Wir wollen nun noch einen Blick auf die Merkmale ehemaliger größerer Ausdehnung der Gletscher werfen. Ich wähle auch hier wieder als Beispiel für die Nachweisung der einzelnen Umstände vorzugsweise das Aarthal, bemerke aber zugleich,

daß sich dieselben Erscheinungen in allen größeren Schweizerthälern wiederholen.

Wenn man die Felswände betrachtet, von denen das Grimselhospiz rings umgeben ist, so erkennt man bald, daß sie bis zu einer gewissen Höhe hinauf, bis etwa 1500 Fuß über den Thalboden, völlig abgerundete Formen zeigen, dann aber in scharfe und eckige Spitzen auslaufen. Das ist ein sehr auffallendes und selbst auf allen guten Zeichnungen erkennbares Verhalten. Auf dieselbe Weise gestaltet zeigen sich aber diese Thalgehänge von den Schnee- und Eisregionen bis in das blühende Thal von Meyringen hinab, nur mit dem Unterschiede, daß die Grenzlinie der gerundeten und zackigen Formen allmälig in ein etwas tieferes Niveau hinabsinkt, während sie sich jedoch über den noch steiler fallenden Thalboden immer mehr erhebt. Unterhalb Guttanen, 5 Stunden unter der Grimsel, liegt diese Grenze etwa 3000 Fuß über dem Thalboden. Gegen oben, beim Aargletscher selbst, verschwindet sie bei etwa 9000 Fuß Meereshöhe unter dem Firnschnee.

Außer dieser auffallenden Abrundung zeigen sich an denselben Felswänden noch einige andere merkwürdige Erscheinungen. Die gerundeten Oberflächen sind oft völlig abgeschliffen und manchmal spiegelblank polirt, so z. B. ganz vorzüglich schön an der sogenannten hellen Platte, und über die Schleifung oder Politur hinweg sind sie wieder nach einer der Thalneigung entsprechenden Richtung gestreift, gerieft, von feinen Ritzen durchzogen, die offenbar von gewaltsam darauf hin bewegten Steinen oder Sandkörnern herrühren.

Das Alles sind Erscheinungen, die entschieden auf die frühere Anwesenheit eines Gletschers hindeuten. Indem dieser sich im Thale hinab bewegte, rundete er, durch den eingefrorenen Sand und Grus gewissermaßen zur Feile geworden und durch heftigen Druck aufgepreßt, die Felsen ab, schliff und polirte sie sogar, wo die Gelegenheit günstig war, und die eingefrorenen Steinchen und Sandkörner bewirkten jene der nothwendigen Bewegungsrichtung des Gletschers parallelen Furchen und Ritze. Wenn die geschliffenen und polirten Felsoberflächen des Aarthales und namentlich an der hellen Platte von Verschiebungen des Gesteins am Gestein herrührten (wie deren anderwärts so

vielfach bekannt sind), so würden sie sicher auch in das Innere der Felsen sich fortsetzen; das thun sie aber hier nie, ja sie hören selbst auf den schaligen Ablösungsflächen schon hinter allen Vorsprüngen auf, die dazu geeignet waren, die Gletscherwirkung zu verhindern, gerade so wie es der folgende Holzschnitt

darstellt, obwohl dieser aus einer Abhandlung von Daubrée über die Eiswirkungen in der Gegend von Christiania entlehnt ist.

Die Pfeile deuten die Richtung der Eiswirkung und der parallelen Ritze an, der Vorsprung hat aber auf dem Raume a b die Eiswirkung verhindert, weshalb hier die Oberfläche weder geschliffen noch parallel geritzt, sondern rauh ist.

Diese für die Gletscherwirkung todten Winkel sind an der hellen Platte, eben weil sie nicht polirt sind, mit einer üppigen Vegetation von Moos und Alpenrosen überzogen, die man erst mühsam hinwegräumen muß, um zu erkennen, daß die Politur darunter nicht fortgeht.

Eben so deutlich als diese Abrundung, Schleifung, Politur und Zerkritzung der Felsgehänge sprechen auch die vielen einzelnen, in den gefährlichsten Stellungen auf und an den gerundeten Felswänden umher liegenden Moränenblöcke, sowie eine deutliche Endmoräne auf einem das Thal sperrenden

Kalksteinhügel nahe oberhalb Meyringen für die frühere Anwesenheit der Gletscher. Diese Moräne besteht aus einer 60 bis 70 Fuß hohen Anhäufung von Granitblöcken, die offenbar aus dem oberen Theile des Aarthales herstammen und von keiner anderen Kraft als von der eines Gletschers auf diesem Hügel niedergelegt sein können.

Geht man nun noch weiter an der Aar hinab, so findet man zwar einzelner, aber doch an vielen Stellen noch deutliche Gletscherspuren. Das Thal erweitert sich und üppige Vegetation verdeckt Vieles. Einzelne Blöcke aus den Hochalpen finden sich aber überall zerstreut an den Gehängen umher, und diese Blöcke verbreiten sich sogar über das ganze fruchtbare Hügelland der niederen Schweiz zwischen den Alpen und der Jurakette. Dort aber, an dem den Alpen zugekehrten Abhange des Jura, wiederholen sich mit einigen Modificationen die Erscheinungen der Alpenthäler. Die Kalksteinfelsen sind, wo sie zu Tage treten, oder wo ihre natürliche Oberfläche frei gelegt wird, abgeschliffen und parallel geritzt. Die Ritze und Furchen laufen ziemlich horizontal am Abhange hin. Große alpinische Felsblöcke finden sich einzeln umher gestreut bis fast auf die höchsten Gipfel des Jura. Zwischen diesen Blöcken erblickt man häufig Ablagerungen von kleineren abgerundeten Geschieben, die aber ebenfalls sämmtlich aus alpinischen Gesteinen bestehen, und zum Theil sogar eben solche Furchen und Ritze auf ihrer übrigens glatt geschliffenen Oberfläche zeigen, wie sie durch die Bewegung der Gletscher an den Steinen, die unter ihnen liegen, noch jetzt hervorgebracht werden.

Diese Geschiebe sind in einer Weise abgelagert, die sich schwerlich durch Wasseranschwemmung erklären läßt; denn wie in den Moränen der Alpenthäler, so sind auch hier die einzelnen Steine weder nach ihrer Größe und Form, noch nach ihrer Schwere geordnet, sondern sie liegen unregelmäßig vertheilt in lockerem Grus und Schutt, der nicht eine Spur von Schichtung zeigt.

Alle diese Umstände zusammen genommen machen es dem unbefangenen Beobachter ganz unzweifelhaft, daß die Gletscher mit ihren Moränen, und zwar namentlich die des Rhone- und Aarthales, deren ehemalige Gebietsgrenzen sich durch die Arten

der Felsblöcke noch jetzt unterscheiden lassen, einst von den Alpen bis zum Jura herüber gereicht haben, möge nun ihre Fortbewegung über die so wenig geneigte Bodenfläche geschehen sein, wie sie wolle.

Aus diesen Beobachtungen in der Schweiz hat man nun auch auf gewisse ähnliche Erscheinungen in anderen Ländern geschlossen, an sehr vielen Orten Spuren früherer Gletscher zu finden geglaubt, und z. B. die Felsenschliffe der skandinavischen und finnländischen Berge mit ihren parallelen Furchen und ihren Riesentöpfen, die Schuttkämme (Asar), die erratischen Blöcke in Norddeutschland, Nordrußland und Ostengland, ja selbst die Hauptmasse der sogenannten Diluvialgebilde Nordeuropa's als zusammenhängende Wirkungen eines großen nordischen Gletschers erklärt, worüber ich mich im fünfundzwanzigsten Briefe bereits ausgesprochen habe. Hier sei nur noch erwähnt, daß wahre Gletscher sich jetzt nicht in allen Gebirgen finden, welche über die Schneegrenze aufragen. Tief eingeschnittene Thäler und Schluchten sind ihrer Entstehung besonders günstig, dennoch finden sich die Gletscher der Pyrenäen mehr an Abhängen als in den Thälern. In Norwegen reichen sie natürlich tiefer hinab als in der Schweiz, auf Spitzbergen bis in das Meer und ebenso in Patagonien sogar bei 46° 40′ südlicher Breite (also etwa der Breite von Genf entsprechend) [8]). Dieser letztere Umstand zeigt zugleich, daß wir nur anzunehmen brauchen, unsere nördliche Hemisphäre habe in einer gewissen Periode die gegenwärtige niedere Temperatur der südlichen gehabt, um dadurch die klimatischen Schwierigkeiten zu beseitigen, welche sich der Ausdehnung der Alpengletscher bis zum Jura entgegenstellen. Es bedarf dazu keiner sogenannten Eisperiode.

Zweiunddreißigster Brief.

# Die Atmosphäre.

„Die zweite, und zwar äußerste und allgemein verbreitete Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer, auf dessen Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet sechs Klassen der Naturerscheinungen dar, welche den innigsten Zusammenhang mit einander zeigen, und aus der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, der Polarisation, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Elektricität entstehen.“ v. H.

---

Die atmosphärische Luft, in ruhigem Zustande so wenig in die Sinne fallend, daß wir alle Gefäße, welche nur mit ihr gefüllt sind, leer zu nennen pflegen, in ihrer Bewegung zuweilen so gewaltig und zerstörend, daß wir ursprünglich für Luftbewegungen bestimmte Ausdrücke: wie Sturm und stürmisch, bildlich für die heftigsten socialen und kriegerischen Bewegungen anzuwenden pflegen, besteht aus einem Gemenge von 20,8 Raumtheilen Sauerstoff und 79,2 Raumtheilen Stickstoff. Diesen sind gewöhnlich noch 0,03 bis 0,5 Raumtheile Wasserdampf, 0,02 bis 0,05 Kohlensäure, Spuren von Kohlenwasserstoffgas, Ammoniakdämpfen und Salzsäure, sowie geringe Mengen sogenannter Aetherstaub beigemengt.

Ich sagte absichtlich, die Luft besteht aus einem Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, da auch diese beiden wesentlichen Bestandtheile in ihr nicht chemisch verbunden sind, wie Sauerstoff und Wasserstoff im Wasser, oder Sauerstoff und Kohlenstoff in der Kohlensäure, sondern höchst wahrscheinlich nur mechanisch. Das Verhältniß beider könnte demnach recht gut auch ein ganz anderes sein, und ist in früherer vormenschlicher Zeit sehr wahrscheinlich ein anderes gewesen. Schon einige Male habe ich Ihnen bemerkt, daß fast alle Geologen aus guten Gründen vermuthen, die Atmosphäre sei in früheren Perioden, z. B. während der Steinkohlenbildungszeit, nicht nur wärmer, dichter und feuchter, sondern auch kohlenstoffreicher, und überhaupt anders zusammengesetzt gewesen, als jetzt.

Bliebe die Luft lange Zeit hindurch einmal ganz unbewegt, so würden sich vielleicht Sauerstoff und Stickstoff einigermaßen

nach ihrem specifischen Gewichte absondern, der Sauerstoff, als schwerer, würde sich aus den oberen Regionen mehr nach der Tiefe herabsenken als der Stickstoff, und ganz am Boden würde sich die Kohlensäure anhäufen, wie diese letztere in der That da, wo sie aus dem Erdinnern hervorquillt, zuweilen längere Zeit als unterste Schicht in Vertiefungen stehen bleibt, so in der Hundsgrotte. Aber die vielfachen Bewegungen der Atmosphäre lassen eine solche Absonderung nicht zu, die noch nicht einmal in künstlich verschlossenen Räumen zu bewirken gelungen ist.

Obgleich man, wie gesagt, allgemein die Luft nur für ein Gemenge ihrer Bestandtheile hält, so ist es doch lange Zeit nicht einmal gelungen, irgend einen zeitlich oder räumlich constanten Unterschied in ihrer Zusammensetzung aufzufinden.

Schon De Marti (1790) fand überall ungefähr 21 Theile Sauerstoff; weder Winde, noch Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, noch Temperatur oder Gewicht derselben hatten auf dieses Resultat den geringsten Einfluß. In allen Jahreszeiten zeigte sich dasselbe Verhältniß, und wenn de Marti zuweilen kleine Unterschiede fand, so zeigte ein später angestellter Versuch, daß es nur ein Beobachtungsfehler war. H. Davy fand bei Bristol dieselbe Zusammensetzung, und zwar selbst in der Luft, welche er bei heftigem Westwind an der Mündung des Severn gesammelt hatte, die also weit über das atlantische Meer hergekommen war. Ebenso fanden v. Humboldt und Gay-Lussac in 19 Versuchen, welche sie bei sehr verschiedenen Winden und Temperaturzuständen in Paris anstellten, zwischen 20,9 und 21,2 Theilen Sauerstoff. Berthollet fand in Cairo wie in Paris 22 Sauerstoff. Biot auf Formentera und Yviza, Kupfer in Kasan 21 Sauerstoff. Ebenso wenig zeigte sich ein Unterschied in verschiedenen Höhen. Auf dem Antisana 16,600 Fuß hoch, fand v. Humboldt 21,8, und mit Gay-Lussac zusammen auf dem Mont-Cenis gerade so viel als in Paris. In der Nähe vieler Schweizergletscher, deren Luft für besonders rein gilt, fand Berger überall den normalen Gehalt, und ebenso Biot an den Seen von Neuenburg und Genf, zu Sallenche, Chamouny und an anderen Punkten der Schweiz. Auf der Spitze des Helvelyn in Cumberland fand Dalton

die Luft gerade so zusammengesetzt, als in Manchester, und 20,400 Fuß über Paris fand Gay-Lussac bei seiner Luftreise dieselbe Luft wie unten in der Stadt.

Dieselbe Gleichförmigkeit der Zusammensetzung hat sich in der Nähe von Sümpfen und an Orten, wo viele Menschen athmeten, gezeigt, so daß also die Ungesundheit solcher Luft nicht aus dem Mangel an Sauerstoffgas abgeleitet werden kann. Séguin fand die Luft eines lange mit Menschen angefüllten Theaters, E. Davy, die in den Sälen des Hospitals zu Cork ganz normal zusammengesetzt. Die genauesten Versuche hierüber stellten wieder v. Humboldt und Gay-Lussac an; sie fanden im Parterre des Théâtre français zu Paris 20,2 Sauerstoff, und auf der Galerie sogar 20,4. Sie sehen also, daß die Zusammensetzung der Atmosphäre in allen Regionen eine unerwartet gleichförmige ist. Nur erst durch die äußerst sorgfältigen Versuche von Lewy und Doyère ist es gelungen, constante kleine Unterschiede der Zusammensetzung nachzuweisen, namentlich fand Letzterer, je nach den herrschenden Windrichtungen, einen Unterschied von 7 bis 10 Tausendtheilen des Sauerstoffgehaltes.

Diese constante Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ist aber für alle organischen Wesen höchst wichtig, ja sie ist eine der ersten Lebensbedingungen für dieselben. Auch hier begegnen wir, wie überall in der Natur, einem System des Ineinandergreifens von Wirkung und Ursache, von Bildung und Umbildung, ohne welches die Schöpfung nicht einen Augenblick bestehen könnte, und welches, wenn wir es als etwas Erschaffenes betrachten, unserem Verstande die höchste Bewunderung abnöthigt. Der Lebensproceß der Thiere bewirkt durch das Athmen eine fortwährende Absorption von Sauerstoff, die Pflanzen dagegen machen Sauerstoff frei und fixiren dafür Kohlenstoff aus der Atmosphäre. Sie sehen, die Einen bedingen die Anderen. Abgesehen von aller anderen Wechselseitigkeit würde schon der Athmungsproceß allein das Bestehen der Thiere ohne Pflanzen oder der Pflanzen ohne Thiere auf die Dauer unmöglich machen, weil das, was die einen ausathmen, den anderen zur Nahrung dient.

Die Wirkungen der Atmosphäre auf den Lebensproceß sind

so wichtig, daß ich mich nicht enthalten kann, Ihnen eine Stelle darüber aus Liebig's chemischen Briefen[20]) abzuschreiben.

„Zu den ersten Bedingungen der Unterhaltung des thierischen Lebens gehört die Aufnahme von Nahrung (Stillung des Hungers) und von Sauerstoff aus der Luft (Athmungsproceß). In jedem Zeittheilchen seines Lebens nimmt der Mensch durch die Organe der Respiration Sauerstoff auf. Nie ist, so lange das Thier lebt, ein Stillstand bemerklich. Die Beobachtungen der Physiologen zeigen, daß der Körper eines erwachsenen Menschen, nach vierundzwanzig Stunden bei hinlänglicher Nahrung, an Gewicht weder zu- noch abgenommen hat, dennoch ist die Menge von Sauerstoff, die in dieser Zeit in seinen Organismus aufgenommen wurde, höchst beträchtlich. Nach Lavoisier's Versuchen werden von einem erwachsenen Mann in einem Jahre 746 Pfund, nach Menzies 837 Pfund Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in seinen Körper aufgenommen, und dennoch finden wir sein Gewicht zu Anfang und zu Ende des Jahres entweder ganz unverändert, oder die Ab- und Zunahme bewegt sich um wenige Pfunde. Wo ist, kann man fragen, dieses enorme Gewicht an Sauerstoff hingekommen, das ein Individuum im Verlaufe eines Jahres in sich aufnimmt? Diese Frage ist mit befriedigender Sicherheit gelöst: kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffes bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form einer Kohlenstoff- oder einer Wasserstoffverbindung wieder aus. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff von gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers haben sich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoffe verbunden, sie sind als Kohlensäure und Wasserdampf wieder ausgetreten. Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen sich von dem Thierorganismus gewisse Mengen seiner Bestandtheile, nachdem sie mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft eine Verbindung in dem Körper selbst eingegangen sind. Wenn wir, um einen Anhaltspunkt zu einer Rechnung zu haben, mit Lavoisier und Séguin annehmen, daß der erwachsene Mensch täglich 65 Loth Sauerstoff (46037 Kubikzoll gleich 15661 Gran franz. Gewicht) in sich aufnimmt, und wir seine Blutmasse zu 24 Pfund bei einem Wassergehalt von 80 Proeent annehmen, so ergiebt sich aus der bekannten Zusammensetzung des Bluts,

daß zu einer völligen Verwandlung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blute in Kohlensäure und Wasser 66040 Gran Sauerstoff nöthig sind, die in vier Tagen und fünf Stunden in den Körper eines erwachsenen Menschen aufgenommen werden.

Gleichgültig, ob der Sauerstoff an die Bestandtheile des Bluts tritt oder an andere kohlen- und wasserstoffreiche Materien im Körper, es kann dem Schlusse nichts entgegengesetzt werden, daß dem menschlichen Körper in vier Tagen und fünf Stunden so viel an Kohlen- und Wasserstoff in seinen Nahrungsmitteln wieder zugeführt werden muß, als nöthig wäre, 24 Pfund Blut mit diesen Bestandtheilen zu versehen, vorausgesetzt, daß das Gewicht des Körpers sich nicht ändern, daß er seine normale Beschaffenheit behaupten soll. Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen. Aus der genauen Bestimmung der Kohlenstoffmenge, welche durch die Speisen in den Körper aufgenommen wird, sowie durch die Ausmittelung derjenigen Quantität, welche durch die Fäces und den Urin unverbrannt oder, wenn man will, in einer anderen Form, als in der Form einer Sauerstoffverbindung, wieder austritt, ergiebt sich, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich 27,8 Loth Kohlenstoff verzehrt. Diese 27,8 Loth Kohlenstoff entweichen aus der Haut und Lunge in der Form von kohlensaurem Gas. Zur Verwandlung in kohlensaures Gas bedürfen diese 27,8 Loth Kohlenstoff 74 Loth Sauerstoff. Nach den analytischen Bestimmungen von Boussingault verzehrt ein Pferd in 24 Stunden $158\frac{3}{4}$ Loth Kohlenstoff, eine milchgebende Kuh $141\frac{1}{2}$ Loth. Die hier angeführten Kohlenstoffmengen sind als Kohlensäure aus ihrem Körper getreten, das Pferd hat in 24 Stunden für die Ueberführung des Kohlenstoffs in Kohlensäure $13\frac{7}{32}$ Pfund und die Kuh $11\frac{2}{3}$ Pfund Sauerstoff verbraucht. Da kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs in einer anderen Form als in der einer Kohlen- oder Wasserstoffverbindung wieder aus dem Körper tritt, da ferner bei normalem Gesundheitszustande der ausgetretene Kohlen- und Wasserstoff wieder ersetzt wird durch Kohlen- und Wasserstoff, den wir in den Speisen zuführen, so ist klar, daß die Menge von Nahrung, welche der thierische Organismus zu seiner Erhaltung bedarf, in geradem Verhältniß zu dem aufgenommenen Sauerstoff steht. Zwei Thiere, die in

gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniß ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise. In gleichen Zeiten ist der Sauerstoffverbrauch ausdrückbar durch die Zahl der Athemzüge; es ist klar, daß bei einem und demselben Thiere die Menge der zu genießenden Nahrung wechselt, je nach der Stärke und Anzahl der Athemzüge. Ein Kind, dessen Respirationswerkzeuge sich in größerer Thätigkeit befinden, muß häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich nehmen, als ein Erwachsener; es kann den Hunger weniger leicht ertragen. Ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag; eine Schlange, die in einer Stunde, unter einer Glasglocke athmend, kaum so viel Sauerstoff verzehrt, daß die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung. Im Zustande der Ruhe beträgt die Anzahl der Athemzüge weniger als im Zustande der Bewegung und Arbeit. Die Menge der in beiden Zuständen nothwendigen Nahrung muß in dem nämlichen Verhältniß stehen.

Ein Ueberfluß von Nahrung und Mangel an eingeathmetem Sauerstoff (an Bewegung), sowie starke Bewegung (die zu einem größeren Maaß von Nahrung zwingt) und schwache Verdauungsorgane sind unverträglich mit einander. Die Menge des Sauerstoffs, welche ein Thier durch die Lunge aufnimmt, ist aber nicht allein abhängig von der Anzahl der Athemzüge, sondern auch von der Temperatur der eingeathmeten Luft. Die Brusthöhle eines Thiers hat eine unveränderliche Größe, mit jedem Athemzuge tritt eine gewisse Menge Luft ein, die in Beziehung auf ihr Volumen als gleichbleibend angesehen werden kann. Aber ihr Gewicht, und damit das Gewicht des darin enthaltenen Sauerstoffs, bleibt sich nicht gleich. In der Wärme dehnt sich die Luft aus, in der Kälte zieht sie sich zusammen. In einem gleichen Volum kalter und warmer Luft haben wir ein ungleiches Gewicht Sauerstof.

Im Sommer enthält die atmosphärische Luft Wasserga, im Winter ist sie trocken; der Raum, den der Wasserdamp' in der warmen Luft einnimmt, wird im Winter von Luft eingenommen, d. h. sie enthält bei gleichem Volum im Winter mehr Sauerstoff wie im Sommer.

Im Sommer und Winter, am Pole und Aequator athmen

wir ein gleiches Luftvolumen ein. Die kalte Luft erwärmt sich beim Einathmen in der Luftröhre und den Lungenzellen, und nimmt die Temperatur des Körpers an. Um ein gewisses Sauerstoffquantum der Lunge zuzuführen, ist im Winter ein geringerer Kraftaufwand nöthig als im Sommer; für denselben Kraftverbrauch athmet man im Winter mehr Sauerstoff ein.

Es ist einleuchtend, daß wir bei einer gleichen Anzahl von Athemzügen in der Höhe des Meeresspiegels eine größere Menge Sauerstoff verzehren, wie auf Bergen, daß die Menge der austretenden Kohlensäure, sowie das eingesaugte Sauerstoffgas mit dem Barometerstande sich ändert.

Das aufgenommene Sauerstoffgas tritt im Sommer und Winter, auf ähnliche Weise verändert, wieder aus; wir athmen in niederer Temperatur und höherem Luftdrucke mehr Kohlenstoff aus, wie in höherer, und wir müssen in dem nämlichen Verhältnisse mehr oder weniger Kohlenstoff in den Speisen genießen, in Schweden mehr wie in Sicilien, in unsern Gegenden im Winter ein ganzes Achtel mehr wie im Sommer. Selbst wenn wir dem Gewichte nach gleiche Quantitäten Speise in kalten und warmen Gegenden genießen, so hat eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen, daß diese Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoffgehalte sind. Die Früchte, welche der Südländer genießt, enthalten im frischen Zustande nicht über 12 Procent Kohlenstoff, während der Speck und Thran des Polarländers 66 bis 80 Procent Kohlenstoff enthalten. Es ist keine schwere Aufgabe, sich in warmen Gegenden der Mäßigkeit zu befleißigen, oder lange Zeit den Hunger unter dem Aequator zu ertragen, allein Kälte und Hunger reiben in kurzer Zeit den Körper auf. Die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des durch die Blutcirculation im Körper verbreiteten Sauerstoffs ist die Quelle der thierischen Wärme."

Die Bewohner der Polarländer verbrauchen, wie Sie aus Obigem sehen, viel mehr Sauerstoff und viel mehr Kohlenstoff als die Bewohner der warmen Zonen, und dieser innere Verbrennungsproceß ersetzt ihnen einigermaßen die mangelnde Sonnenwärme. Aber wie, werden Sie fragen, steht das in Uebereinstimmung mit der Vertheilung des Thier- und Pflanzenlebens, und der überall gleichen Zusammensetzung der Atmosphäre?

In den kahlen Polarländern, wo fast alle Vegetation fehlt, die den durch das Thierleben mit Kohlenstoff verbundenen Sauerstoff wieder frei macht, wird dennoch von den Thieren mehr Sauerstoff und mehr Kohlenstoff verbraucht, als in den üppigsten Waldgegenden der Erde. Wie werden denn nun hier beide ersetzt? — Durch die Strömungen des Meeres und der Luft! — Das Meer führt in seinen kleinen und großen Bewohnern, zuweilen erst durch die dritte oder vierte Hand, den Polarländern Kohlenstoff und Stickstoff zu, die Luft den Sauerstoff, und es fragt sich, ob in letzterer Beziehung nicht der Diamagnetismus der Erde eine wichtige Rolle spielt. Die neuesten Versuche haben gezeigt, daß der Stickstoff stärker von den magnetischen Polen abgestoßen wird, als der Sauerstoff. Ist das auch im Großen für die magnetischen Erdpole richtig, so muß beständig die Tendenz zu einer Sauerstoffanhäufung an den magnetischen Erdpolen vorhanden sein, wenn sie auch vielleicht wegen der vielen ausgleichenden Wirkungen nie zur Realisirung kommen kann.

Es ist oft die Frage aufgeworfen worden, wie hoch, d. h. wie dick unsere Atmosphäre sei. Man hat diese Dimension auf verschiedene Weise zu bestimmen gesucht, aber zu einem sicheren Resultate ist man nicht gelangt. Ein Maximum der Lufthöhe ergiebt sich aus den Gesetzen der Schwere und Centrifugalkraft, weil über eine gewisse Grenze hinaus die erstere durch die letztere ganz aufgehoben, alle Lufttheilchen in den Weltraum hinausgeschleudert werden würden. Dieses Maximum beträgt ungefähr 5½ Erdhalbmesser. So hoch ist aber die Atmosphäre sicher nicht. Aus der Ausdehnung des Dämmerungsscheines, der durch die Strahlenbrechung der Atmosphäre bedingt wird, hat man ihre Höhe auf 5 bis 10 Meilen berechnet. Auch den Luftdruck hat man als Unterlage für solche Berechnungen angewendet, aber man kennt nicht das Abnahmegesetz desselben in den oberen Regionen. Die verschiedenen Angaben über die Höhe der Atmosphäre sind darum ziemlich abweichend von einander. Biot bestimmte sie auf 163000 Fuß, v. Zach auf 180000 Fuß, Schmidt auf 27 Meilen.

Abgesehen von den unsicheren Schlüssen auf die Gesammthöhe gewährt uns das Barometer jedenfalls sehr sichere Auskunft über den nach Zeit und Ort verschiedenen Druck, welchen

die Luft auf jedes Ding an der Erdoberfläche ausübt. Dieser Druck entspricht stets dem Drucke der Quecksilbersäule in der Barometerröhre, durch den er eben gemessen wird. Der mittlere Druck im Meeresniveau ist 337 Pariser Linien, was auf jeden preußischen Quadratzoll Oberfläche etwas über 15 Pfund beträgt. Aber dieser Luftdruck nimmt ab mit der Höhe, und zwar in den uns zugänglichen Regionen so gesetzmäßig, daß man durch seine Bestimmung die Meereshöhe eines Ortes ziemlich genau messen kann. Die Abnahme beträgt auf die ersten 70 Fuß Höhe etwa eine Linie der Quecksilbersäule, je höher aber, um so weniger beträgt sie und ist auch, jedoch je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitszustande der Luft, etwas verschieden.

Dieses Abnehmen des Luftdruckes mit der Höhe ist, wie Sie wissen, die Ursache, warum man auf sehr hohen Bergen nichts gar kochen kann. Das Wasser kocht bei so geringem Luftdruck schon bei sehr niedriger Temperatur, in 10000 Fuß Meereshöhe z. B., wo das Quecksilber im Barometer nur etwa 17 Zoll hoch steht, schon bei 86,5° Cent. (gleich 69,2° R.). Umgekehrt bewirkt ein höherer Atmosphärendruck auch einen höheren Siedepunkt des Wassers, und wenn wir etwa annehmen dürften, daß während der Steinkohlenbildungsperiode die Atmosphäre doppelt so schwer gewesen sei als jetzt, so müßte der Siedepunkt damals gleich 121,5° unserer jetzigen hunderttheiligen Thermometerscala gewesen sein.

Der geringere Luftdruck in hohen Gebirgen bringt ferner jene eigenthümliche Mattigkeit hervor, von der alle Besteiger hoher Berge befallen werden, und zwar, wie Weber gezeigt hat, aus dem Grunde, weil alle Gelenke des Körpers durch den geringeren Luftdruck nicht mehr so fest zusammengepreßt und deshalb die Muskeln mehr in Anspruch genommen werden als gewöhnlich.

Der Luftdruck ist aber, wie ich Ihnen schon sagte, sowohl regelmäßig periodisch, als unregelmäßig schwankend. Die periodischen Schwankungen zeigen sich am bestimmtesten unter den Tropen. Täglich zweimal (früh 9 und Abends 10½ Uhr) erreicht er sein Maximum, und eben so oft (früh 4 und Nachm. 4½ Uhr) sein Minimum. Diese regelmäßige Schwankung nimmt von den Wendekreisen gegen die Pole hin immer mehr ab und

ist schon bei uns lange nicht mehr so erkennbar. Dagegen werden in diesen Regionen die unregelmäßigen Veränderungen des Luftdruckes gerade so wie das veränderliche Wetter um so herrschender. Es lassen sich die ersteren, wie Sie wissen, einigermaßen benutzen, um Wetterveränderungen kurze Zeit voraus zu bestimmen, und das ist der Grund, warum die den Luftdruck messenden Barometer Wettergläser genannt werden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß Mond und Sonne in ähnlicher Weise auf das Luftmeer wirken, wie auf das Wassermeer, d. h. daß sie Fluth und Ebbe in demselben hervorrufen. Aber man hat bis jetzt nur Spuren davon aufgefunden. Der Fluthhügel der Atmosphäre scheint wegen ihrer geringen Dichte sehr klein zu sein.

Es bliebe mir auch noch übrig, Ihnen Einiges über die constanten und unregelmäßigen Strömungen der Luft, über die Winde zu sagen, aber ich verspare das für einen Brief über das Wetter.

---

## Dreiunddreißigster Brief.

## K l i m a.

„Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsere Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Druckes, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder ihre Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels; welcher nicht blos wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwickelung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und die ganze Seelenstimmung des Menschen.“ v. H.

---

Den wesentlichsten Einfluß auf das Klima einer Gegend üben stets ihre Temperaturverhältnisse, ja man pflegt sehr oft unter Klima vorzugsweise nur die Temperaturverhältnisse zu

verstehen. Lassen Sie uns deshalb die Ursachen derselben etwas näher untersuchen.

In dem funfzehnten Briefe habe ich die inneren Wärmeverhältnisse des Erdkörpers besprochen, diese sind es aber nicht, welche einen bemerkbaren Einfluß auf die Temperatur der Oberfläche ganzer Gegenden ausüben, sie bringen höchstens ganz locale Steigerungen der Oberflächentemperatur durch vulkanische Thätigkeit hervor. Die Temperatur der festen Erdoberfläche, bis zu einer Tiefe von 4 bis 60 Fuß, sowie ihrer Wasser- und Lufthülle ist vielmehr bedingt durch die strahlende Wärme der Sonne. Wäre daher, wie v. Humboldt andeutet, die Erde eine an ihrer Oberfläche überall ebene und gleichartige Kugel, so würden ihre äußeren Wärmeverhältnisse höchst einfach und regelmäßig sein. Die mittlere Temperatur würde überall vom Aequator gegen die Pole hin gleichmäßig abnehmen. Und noch einfacher würde sich dieses Verhältniß gestalten, wenn die Erdare rechtwinklig gegen die Bahnebene stände, denn dann würden auch alle Unterschiede der Jahreszeiten verschwinden, am Aequator würde unter den stets senkrechten Sonnenstrahlen alles Organische versengen, und gegen beide Pole hin würde sehr früh, wohl schon in der Breite Skandinaviens, die unbewohnbare Region des ewigen Eises beginnen. So blieben nur zwei verhältnißmäßig schmale Streifen — die gemäßigten Zonen — als Wohnplatz für organische Wesen übrig, wenn diese überhaupt bei so einfacher Bodengestaltung denkbar wären.

Sie sehen, die schräge Stellung der Erdare gegen ihre Bahn ist in jeder Beziehung die glückliche Ursache, oder die Grundbedingung alles organischen Lebens auf dem Erdkörper. Wenigstens ein ähnliches, wie wir es kennen, wäre ohne sie nicht denkbar. Sie hat, wie wir sahen, alle Mannichfaltigkeit der Oberflächengestaltung ursprünglich veranlaßt, und sie ist überdies die Ursache des Wechsels der Jahreszeiten, während jene Mannichfaltigkeit der Oberflächengestaltung eine den Organismen äußerst günstige Variation in die örtlichen Temperaturverhältnisse bringt, die ohne sie immer noch sehr einfach sein würden. Es ist das wieder eine von den wichtigen organischen Verkettungen von Ursache und Wirkung, die, wenn wir es menschlich auffassen wollen, einen tiefen Plan in der Schöpfung

ahnen lassen, im Grunde aber mehr nothwendig als planmäßig genannt werden müssen.

Lassen Sie uns nun die Gründe etwas näher ins Auge fassen, warum die Mannichfaltigkeit der Erdoberfläche einen so großen Einfluß auf die locale Temperatur, auf das locale Klima hat, als es der Fall ist.

Die auf die Erdoberfläche fallende Sonnenwärme wird einestheils verwendet zur Temperaturerhöhung der Substanzen, welche ihren Aggregatzustand nicht verändern, anderentheils aber wird sie im Schmelzungsproceß des Eises und im Verdunstungsproceß des Wassers gebunden. Es wirken deshalb Wasser- und Landoberflächen sehr ungleich auf die Temperaturverhältnisse ein. Obwohl daher das Wasser bis zu viel größerer Tiefe von den Sonnenstrahlen durchdrungen und erwärmt wird, als das Land, so wird es doch von derselben Menge ausstrahlender Wärme nie so stark erwärmt als das Land, da eben durch Verdunstung desselben oder durch Schmelzung von Eis stets eine große Menge Wärme gebunden (latent), und folglich unwahrnehmbar wird.

Wäre das Verhältniß des Festen zum Flüssigen auf beiden Erdhälften dasselbe, so würde, während wir in der nördlichen Hemisphäre Sommer haben, ein eben so großer Antheil der auffallenden Wärmemenge latent werden als während unseres Winters. Nun ist aber jenes Verhältniß so verschieden, daß, wie wir gesehen haben, England in die Mitte der Erdansicht fällt, bei welcher man das meiste Land übersieht, die Shettlandsinseln in die der größten Wasseransicht. Nähert sich daher die Sonne vom südlichen Wendekreis dem nördlichen, so vermindert sich fortwährend die flüssige Grundfläche, welche von ihr beschienen wird, während die feste zunimmt. Es steigt darum fortwährend die freie Wärme, weil ein immer geringerer Theil der auffallenden Sonnenwärme im Schmelzungs- und Verdunstungsproceß gebunden wird. Dove [17]) hat diese Thatsache zuerst theoretisch begründet und in den Worten ausgesprochen: die Gesammttemperatur der Erde erleidet eine periodische Aenderung, die ihr Maximum zur Zeit der nördlichen Abweichung der Sonne, ihr Minimum bei südlicher Abweichung derselben erreicht.

Auf dem Festlande wird also mehr Wärme frei, als auf

der Meeresoberfläche, aber dennoch erwärmt sich das Wasser tiefer als das Land, es wirkt auf diese Weise wärmesammelnd. Die während der Sonnenbestrahlung aufgenommene Wärme wird zu anderen Zeiten zum Theil wieder frei, theilt sich dem benachbarten Lande mit und wirkt auf diese Weise mäßigend, regulirend. Da es überdies, wie wir gesehen haben, durch vielfache Strömungen bewegt wird, so trägt es die in den Tropen aufgenommene Wärme vielfach gegen die Pole hin, und bringt in Gegenden hoher Breite oft sehr merkliche Temperaturerhöhungen hervor. So in gewissem Grade der Golfstrom, dessen Einflusse auf das Klima Englands und Skandinaviens indessen noch eine Anzahl anderer Umstände zu Hülfe kommen, die Sie im Kosmos hervorgehoben finden, und unter denen die südlich in der heißen Zone vorliegende große Landmasse Afrika's einer der wichtigsten ist. Andere Strömungen gehen von den Polen gegen den Aequator, sie führen Eis und Kälte mit sich. Meistentheils bewegen sie sich in der Tiefe, nahe dem Boden des Meeres, und dadurch erklärt es sich, daß zwischen den Wendekreisen das Meer in der Tiefe meist eine viel niedrigere mittlere Temperatur zeigt, als an der Oberfläche. Die Eisberge des Nordens werden durch diese tiefgehenden Polarströme, zuweilen sogar durch entgegengesetzte Strömungen der Oberfläche, hindurch fortbewegt.

Das Salzwasser des Meeres verhält sich zur Wärme nicht ganz gleich mit dem Süßwasser. Letzteres erreicht bei 3° Wärme das Maximum seiner Dichtigkeit, während das Meereswasser seine größte Dichtigkeit erst bei 0° erreicht. Durch diesen Umstand geschieht es, daß das Süßwasser unter gleichen äußeren Umständen weit schneller sich mit Eis bedeckt als das Meer. Ehe nämlich das Wasser die Temperatur seiner größten Dichtigkeit erreicht hat, sinken stets die an der Oberfläche erkalteten Theile als schwerer in die Tiefe, und wärmere aus der Tiefe treten an ihre Stelle, das hält den Erstarrungsproceß der Oberfläche sehr auf. Sobald aber alles Wasser in dem Becken gleiche Dichtigkeit erreicht hat, und dieser Zeitpunkt tritt, wie gesagt, bei Süßwasser schon mit 3° über dem Gefrierpunkte ein, so findet kein Ab- und Aufströmen mehr statt, sondern die Oberfläche erkaltet, ruhig bis sie erstarrt. Die Eisoberfläche

wirkt dann aber nicht mehr mäßigend, sondern nur abkühlend auf die Umgegend. Fast alle auffallenden Wärmestrahlen absorbirt sie zu theilweiser Schmelzung und Verdunstung. Darum ist das Winterklima in der Nähe der großen nordamerikanischen Seen ein besonders niederes.

Eine zweite wichtige Ursache der localen Temperaturverschiedenheit ist die Erhebung des Bodens über die Meeresoberfläche. In der Nähe der letzteren ist unter übrigens gleichen Umständen die Temperatur stets am höchsten, von ihr aufsteigend nimmt sie überall ab. Darum ist es in den Gebirgsgegenden bei übrigens gleicher Lage stets kälter als in Ebenen, und daher kommt es, daß bei einer gewissen, örtlich sehr verschiedenen Höhe, Schnee und Eis in den Gebirgen das ganze Jahr hindurch bleiben. Die Höhe dieser sogenannten Schneelinie, der unteren Grenze des ewigen Schnees, ist der mittleren Temperatur derselben Gegenden im Meeresniveau im Allgemeinen entsprechend. Wäre die Wärmevertheilung auf dem Erdkörper eine ganz regelmäßig vom Aequator gegen die Pole gleichmäßig abnehmende, so würde die Schneelinie unter dem Aequator überall ungefähr 15,000 Fuß über dem Meere liegen und sich von da in regelmäßiger Curve gegen die Pole hinabsenken, etwa bei dem 65ten Grad nördlicher und südlicher Breite den Meeresspiegel erreichend. So regelmäßig sind aber eben die Wärmeverhältnisse nicht, vor allen Dingen ist die nördliche Hemisphäre im Allgemeinen wärmer als die südliche, die Schneelinie senkt sich darum in ihr erst bei 70—75° der Breite in das Meer, während sie in der südlichen dessen Oberfläche schon unter dem 60ten Breitengrade erreicht.

Aber noch außer diesem allgemeinen Verhalten beider Hemisphären ist die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche eine sehr ungleiche, und das drückt sich z. B. sehr schlagend dadurch aus, daß die Schneegrenze in den Anden unter dem Aequator nur 15,800 Fuß hoch liegt, während sie im Himalaja unter dem 30. Grad nördlicher Breite sich zu 16,500 Fuß erhebt, und in diesem Gebirge sonderbarer Weise auf der dem Aequator näher liegenden Südseite um 1000 Fuß tiefer herabsinkt, als auf der Nordseite.

Die Höhe der Schneegrenze in den Gebirgen ist aber nicht

blos eine Folge der Temperaturvertheilung, sondern die Gebirgserhebungen, und besonders wenn sie die Schneegrenze übersteigen, werden zu einer wichtigen Ursache localer Temperaturverschiedenheit. Es wirken nicht nur diese kalten Gebirgskörper abkühlend (wärmeabsorbirend) auf ihre Umgegend, sondern sie treten überdies auch noch kalten oder warmen Luftströmungen, welche ihrerseits sehr wichtige Ursachen ungleicher Wärmevertheilung sind, als Hinderniß entgegen, und üben dadurch einen entschiedenen Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse ganzer Länder.

Der Feuchtigkeitszustand, die Wolkenbildung, die Ruhe oder Bewegung der Luft an sich, sind ebenfalls Umstände, welche auf die Vertheilung der Wärme wesentlich influiren, ja wir müssen dahin auch noch die Form und Bedeckung der festen Oberfläche rechnen, da es nicht gleich ist, ob die Sonnenstrahlen auf dichte Waldflächen oder auf dürre Sandwüsten auffallen. Aber die meisten dieser Ursachen sind zugleich auch Folgen der Wärmevertheilung, und so sehen wir überall das innigste Ineinandergreifen von Ursache und Wirkung.

Man hat nun die Temperaturverhältnisse vieler Gegenden durch Temperaturbeobachtungen zu erforschen gesucht und pflegt dieselben durch mittlere Resultate dieser Beobachtungen auszudrücken. Und zwar durch mittlere Werthe, reducirt auf das Niveau des Meeres, indem man die gesetzmäßige Wärmeabnahme durch Erhöhung über dasselbe in Rechnung bringt. So hat z. B. Reich die mittlere Temperatur der Stadt Freiberg in Sachsen durch Beobachtung gleich + 7,22° Cent. (gleich 5,77° R.) gefunden und daraus berechnet, daß, wenn diese Stadt nicht 1200 Fuß hoch, sondern im Meeresniveau läge, dieselbe gleich 9,27° Cent. sein würde, denn die Temperaturabnahme beträgt hier auf 522 Fuß 1° Cent. Wenn man nun Orte gleicher mittlerer Temperatur, z. B. alle von + 25° + 20° + 15° + 10° + 5° u. s. w. auf einer Karte durch Linien verbindet, so nennt man diese Linien Isothermen. Diese Isothermen laufen keineswegs wie die geographischen Parallelkreise dem Aequator parallel, sondern je genauer man sie beobachtet, desto mehr findet man sie gebogen und gewunden, namentlich da, wo die Vertheilung von Land und Wasser sehr complicirt ist, oder wo con-

stante Meer- oder Luftströmungen einwirken. So machen sie z. B. im Gebiet des westlichen Europa einen sehr auffallenden Bogen gegen Nord, welcher andeutet, daß England, Schottland und die Küsten von Norwegen sich einer viel höheren mittleren Temperatur erfreuen, als Rußland, Sibirien und Nordamerika unter denselben Breiten.

Die höchsten mittleren Temperaturen der Erde 27—28° C. fallen keineswegs genau mit dem Aequator zusammen, sondern wie es schon das S. 219 Gesagte schließen läßt, etwas in die nördliche Hemisphäre. Sie bezeichnen den Wärmeäquator. Von da gegen die Pole werden die Beugungen der Isothermen immer größer, und gestalten sich nach dem Nordpole zu der Art, daß man daraus auf 2 Kältepole, einen bei den Georgsinseln, den anderen östlich vom Vorgebirge Taimura schließen möchte.

Aber die mittlere Jahrestemperatur genügt keineswegs zur Bezeichnung der klimatischen Verhältnisse eines Ortes. „Eine Meteorologie, welche sich lediglich die Auffindung der mittleren Werthe als Aufgabe stellte, wäre einer Astronomie zu vergleichen, welche nur die mittleren Entfernungen der Gestirne zu bestimmen suchte, ohne sich um die Gestalt ihrer Bahnen zu bekümmern. Wie hier in der periodisch sich ändernden Stellung der Gestirne gegen einander erst die Kräfte sich ermitteln lassen, so treten die meteorologischen Gesetze erst deutlich in den Veränderungen hervor."

Man hat deshalb außer der mittleren Jahrestemperatur zunächst die mittlere Temperatur einzelner Jahreszeiten, namentlich des Sommers und Winters, zu bestimmen gesucht. Die Linien gleicher mittlerer Sommertemperatur hat man Isotheren, die gleicher mittlerer Wintertemperatur Isochimenen genannt. So sind z. B. die Winter Englands weit milder, als die von Gegenden Deutschlands, welche dieselbe mittlere Temperatur besitzen. Aber auch diese Unterscheidungen genügen noch nicht zur vollen Kenntniß der Temperaturverhältnisse irgend eines Ortes, man muß vielmehr womöglich die mittleren Temperaturen der einzelnen Monate, die Zeiten und Größen der Maxima und Minima (höchsten und niedrigsten Thermometerstände), sowie den mittleren Temperaturverlauf der einzelnen

Tageszeiten kennen, um sich dann aus dem Allen ein richtiges Bild von den Temperaturzuständen eines Ortes zu machen.

Die Unterschiede sind in dieser Beziehung außerordentlich groß. Am Commewyne (5½ Grad S. B. Amerika) z. B. ist der kälteste Monat noch nicht einen Grad kälter, als der wärmste, während in Jakutzk (62° N. B.) dieser Unterschied 50 Grad beträgt. Vergleicht man die Beobachtungspunkte in Nordasien mit denen in Europa und Nordamerika, so findet man unter gleicher geographischer Breite ebenfalls außerordentliche Unterschiede der jährlichen Veränderung. Die Schwankung ist selbst bei geringer Entfernung sehr ungleich; in Helston (Cornwallis) beträgt z. B. der Unterschied des kältesten und wärmsten Monates noch nicht 8 Grad, und in Uralsk (51° 11′ N. B.), also unter beinah gleicher Breite, 35 Grad.

Diese Unterschiede sind es, welche man durch die Ausdrücke Seeklima und Continentalklima zu bezeichnen pflegt. Und zwar pflegt man sie deshalb so zu bezeichnen, weil die Gleichförmigkeit des Klima's durch Vorherrschen der Wasseroberfläche, die Schwankung von einem Extrem zum anderen durch Vorherrschen der Landoberfläche bedingt wird. Dieser Unterschied ist im Allgemeinen bezeichnend für die Land- und Wasserhemisphäre. Daher kommt es, daß im südlichen Theil von Südamerika die Winter wärmer, die Sommer kälter sind als unter gleichen Breiten in Nordamerika, und daß die Palmen und ähnliche gegen Kälte empfindliche Pflanzen in Chile weiter gegen Süd reichen, als in Nordamerika, Asien und Europa gegen Nord; während gar nicht weit von der südlichen Palmengrenze, unter dem Breitengrad von Genf, in Patagonien Gletscher bis in das stille Meer herabreichen.

Der Unterschied zwischen Seeklima und Continentalklima ist aber keineswegs immer auf das ganze Jahr auszudehnen. Manche Gegenden der Erde haben im Sommer Continentalklima, im Winter Seeklima oder umgekehrt, d. h. die extremen Abweichungen von der mittleren Temperatur finden in ihnen nur nach einer Richtung statt. Mit wenigen Abänderungen erlaube ich mir, hierfür Ihnen einige Beispiele mitzutheilen, welche Dove[17]) anführt: Für den Januar sind wir vollkommen berechtigt, (Nord?) Amerika und Asien dem Continentalklima beizu-

zählen, denn die hohen Temperaturen Europa's und der Westküste von Amerika jenseit der Felsgebirge zeigen, daß die mittlere Temperatur der Parallelkreise die des Inneren der Continente und seiner Ostküsten entschieden übertrifft.

Aber schon im Februar beginnen die Verhältnisse sich zu verändern. Mit zunehmender Mittagshöhe der Sonne sollte man vermuthen, daß überall die Isothermen sich nach den Drehungspolen der Erde in Bewegung setzen, d. h. daß die Temperatur steigen werde. Das ist auch in Nordasien und im östlichen Europa der Fall, wo fast überall die Temperatur des Februar höher ausfällt, als die des Januar. Ganz anders an der Ostküste von Nordamerika, denn in Boothia Felix, der Winterinsel, Igloolik, Hebron, Okak, Nain, Halifax F. Sullivan bis nach Long Island hinab, ist der Februar kälter als der Januar, ja, berechnet man das zehnjährige Mittel der halbmonatlichen Temperaturen sämmtlicher Beobachtungsorte des Staates Newyork, so fällt das Minimum in den Anfang Februar. Auch Island zeigt dieselbe Anomalie, ja sie greift, wie die Beobachtungen von Thornshavn, Wick, Unst und Sandwick zeigen, bis nach Europa herüber.

Mit dem März beginnen zwar auch die amerikanischen Isothermen sich nach Norden zu bewegen, d. h. die Temperatur jedes Ortes steigt, aber entschieden langsamer als in der alten Welt, ja in Reykiavig fällt das Minimum der Winterkälte in den Anfang März. Alles deutet auf die merkwürdige Thatsache hin, daß die Sommerwärme in Nordamerika niedriger ist als in Europa unter gleicher Breite, daß also in dieser Jahreszeit Nordamerika nicht dem Continentalklima angehört, sondern vielmehr die charakteristischen Kennzeichen des Seeklima's an sich trägt.

Albani in Nordamerika liegt keinen vollen Grad nördlicher als Rom, aber seine mittlere Temperatur gleicht der von Dublin. Zur Zeit der größten Sommerwärme ist sie etwa zwei Grad niedriger als die Roms, im Winter aber ist der Unterschied so beträchtlich, daß der Hudson schon Mitte December zum Stehen kommt und erst Mitte März wieder aufthaut. In höheren Breiten tritt dieser Unterschied noch viel entschiedener hervor. So ist die Juliwärme von Kafiord 6 Grad höher als die von

Boothia, der Juni von Nishney Kolymsk 8 Grad wärmer als der von Igloolik, der Juli von Torneo sogar 11½ Grad wärmer als der der Winterinsel.

Diese Ungleichförmigkeiten der Temperatur lassen sich nicht alle vollkommen durch Linien auf Karten darstellen. Die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen ist hierfür zu groß und zu veränderlich. Alle diese Linien, welche mittlere Resultate von sehr vielen Beobachtungen darstellen, müssen überdies, um ein richtigeres Bild von den wirklichen Temperaturverhältnissen zu geben, wie die magnetischen Linien, mit denen sie selbst in ihren Hauptbiegungen einige Analogie zeigen, in beständigem Hin- und Herschwanken gedacht werden, denn stündlich und täglich ändert sich die Temperatur jedes Ortes. Nur die jährlichen Mittel erscheinen hier viel constanter, als die magnetischen, bei denen man ein seculäres Fortrücken beobachtet hat.

Im Winter schlingen sich, wie erwähnt, die Isothermen der nördlichen Hemisphäre um zwei ideale Kältepole, deren einer bei den Georgsinseln, der andere nördlich von Asien liegt. Gegen den Sommer hin bewegen sich diese idealen Pole gegen den Drehungspol, der asiatische jedoch schneller als der amerikanische, so daß ihre Vereinigung auf die amerikanische Seite fällt.

Die großen Modificationen (sagt Dove [17]), welche die ganz unsymmetrische Vertheilung des Festen und Flüssigen in dem europäischen Sommer hervorbringt, sind ein Heraustreten aus der natürlichen Einfachheit, wie sie eine gleichförmige Wasserbedeckung oder eine mehr symmetrische Vertheilung des Landes hervorbringen würde. Der Herbst nun ist eine Rückkehr in diesen normalen Zustand, der Frühling ein mehr gewaltsames Herausreißen aus demselben. Die Natur schlummert ruhiger im Herbst ein, sie erwacht fieberhaft im Frühling. Daher hier jene vielfachen Rückfälle der Kälte, während im Herbst der sogenannte Nachsommer viel beständiger ist. Daher ist im Herbst die Zeit, wo die Temperatur durch ihren mittleren jährlichen Werth hindurch viel unveränderlicher, als im Frühjahr ist. Endlich ist auch der Spielraum der Veränderungen im Herbst am geringsten, der September in der gemäßigten Zone derjenige Monat, dessen Wärme in den einzel-

nen Jahrgängen die geringsten Unterschiede zeigt. Daß wir gewöhnlich den Frühling so hoch über den Herbst stellen, kommt vielleicht nur daher, daß jenem der vorhergegangene Winter zur Folie dient, oder daß dieser das wehmüthige Gefühl des Abschiedes der Vegetation erweckt.

---

Vierunddreißigster Brief.

## Wetter.

„Der meteorologische Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beschließen, zeigt, daß alle Processe der Lichtabsorption, der Wärmeentbindung, der Elasticitätsveränderung, des hygrometrischen Zustandes und der elektrischen Spannung, welche das unermeßliche Luftmeer darbietet, so innig mit einander zusammenhangen, daß jeder einzelne meteorologische Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Diese Mannichfaltigkeit der Störungen, die unwillkürlich an diejenigen erinnert, welche in den Himmelsräumen die nahen und besonders die kleinsten Weltkörper (Trabanten, Kometen, Sternschnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erschwert die Deutung der verwickelten meteorologischen Erscheinungen; sie beschränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen, welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens so wichtig wären.“ v. H.

---

„Es ist heute recht schönes Wetter!“ — „Es ist ganz abscheuliches Wetter!“ Aehnlich lauten sehr gewöhnlich die Eingänge europäischer Unterhaltungen. Man scheint vor Allem sich über den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre einigen zu müssen, der bei uns ein so überaus wechselnder, unsicherer und auf viele Dinge einflußreicher ist. Nicht überall auf der Erde sind solche Unterhaltungen als Eingänge zu wichtigeren anwendbar. Den Bewohnern der Marquesas Inseln fehlt es gänzlich an Stoff zu Wetterbemerkungen, da sie Tag für Tag sich derselben heiteren Atmosphäre erfreuen. In anderen Gegenden der Erde ist der Lauf der Witterung ein so regelmäßiger,

daß er ebenfalls die Mannichfaltigkeit aller Bemerkungen darüber abschneidet. In den fruchtbaren Landstrichen östlich von den Peruvianischen Anden, die uns Pöppig[18]) so überaus reizend schildert, weiß man genau, an welchem Tage die Regenzeit eintritt, zu welcher Stunde die täglichen Gewitter beginnen, welche Windrichtungen und wie sie auf einander folgen. Das ist freilich bei uns ganz anders, wir sind kaum einen Tag sicher vor irgend einer Wetterüberraschung, und in dem allgemeinen Verlaufe herrscht nur eine sehr geringe Regelmäßigkeit. Als Haupturſache dieser Unbeständigkeit und Unzuverlässigkeit der Nord- und Mitteleuropäischen Witterungsverhältnisse muß außer der geographischen Lage vor allen Dingen die große Mannichfaltigkeit der Oberflächengestaltung und das vielfache Ineinandergreifen von Land und Wasser bezeichnet werden. Diese Mannichfaltigkeit mit allen ihren angenehmen und unangenehmen Folgen ist jedenfalls die Ursache der hohen Entwickelung, des geistigen Uebergewichtes der Bevölkerung Europa's. Einförmigkeit der Umgebungen und müheloses Dahinleben befördert nicht eine höhere Entwickelung. Im Kampfe mit den Elementen und Umständen entwickeln sich und erstarken die Organe.

v. Humboldt hat in den Worten, die ich über diesen Brief schrieb, einen Theil der vielartigen Ursachen zusammengestellt, welche einestheils sich unter einander gegenseitig, dann aber gemeinsam die Witterungsverhältnisse bedingen. Rechnen Sie dazu noch die Wärmestrahlung der Sonne und der Erde, die Luft- und Meeresströmungen, die Oberflächengestaltung und vielleicht auch die Einwirkung des Mondes, so haben Sie eine ungefähre Uebersicht von den vielartigen Ursachen, welche das Wetter irgend einer Gegend zu irgend einer Zeit bedingen. Wo die Ursachen sehr einfach gruppirt sind, da hat bereits die Erfahrung die Reihenfolge des Wetterwechsels gelöst. Wo aber die Ursachen so mannichfach gruppirt sind, wie in unserm Vaterlande, da ist die Aufgabe der Wettervorausbestimmung für den menschlichen Scharfsinn bis jetzt noch zu groß gewesen, obwohl man sie durchaus nicht für absolut unlösbar erklären darf.

In Ermangelung wissenschaftlicher Vorherbestimmung hat der Mensch zu allerlei Erfahrungssätzen seine Zuflucht genom-

men und ihnen zum Theil gewisse mystische Bedeutungen untergelegt, hinter denen zuweilen das Erfahrungsmäßige ganz verloren gegangen ist. Einmal auf den Weg mystischer Deutung angelangt, sind dann, wie es scheint, zu den auf Erfahrung begründeten Wetterregeln auch noch solche hinzugekommen, die lediglich in überspannter Phantasie ihren Grund haben, wie die Prophezeihungen durch den 100jährigen Kalender.

Göthe hat einst die Wetterregeln, welche im Munde des Volks leben, eifrig sammeln lassen; leider ist er nicht dazu gekommen, sie zu veröffentlichen und zu deuten. Sie sind natürlich fast alle nur localer Bedeutung, aber der Umfang ihrer Geltung ist äußerst verschieden. Einige beschränken sich auf ein einziges Thal, oder auf die Umgebungen eines Berges, der sich bei eintretenden Veränderungen auf gewisse Weise in Wolken hüllt, andere umfassen ganze Gebirgszüge oder große Ebenen, einige endlich gelten für ganz Deutschland, wie die sogenannten Weintödter im Mai und Juni.

Diese Wetterregeln des Volks beziehen sich zum Theil auf atmosphärische Vorgänge, Windrichtung, Wolkenbildung, Abend- und Morgenroth, Hof des Mondes, Wasserziehen der Sonne u. s. w., zum Theil auf Beobachtungen an Pflanzen und Thieren: das Aufblühen der Carolina acaulis bei trockener Luft, die Länge der Haideblüthen, die man mit der Länge des Winters in Beziehung setzt, das Zurückziehen der Spinnen, den Flug der Mücken und in Folge davon der Schwalben, das Benehmen der Hühner und anderer Vögel u. s. w. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß man aus gewissen beobachtbaren atmosphärischen Zuständen, so gut als aus dem niederen Stande des Barometers, auf die Witterung der nächsten Zukunft zu schließen vermag, und diese Schlüsse sind, wenn auch nicht untrüglich, doch unter allen die zuverlässigsten. Ebenso ist es gewiß, daß der Zustand der Atmosphäre auf alle Organismen einwirkt, wir empfinden es gar oft in unserer eigenen Gemüthsstimmung oder in dem Jucken längst vernarbter Wunden. Nur sind wir Menschen, deren Aufmerksamkeit stets von so Vielerlei in Anspruch genommen wird, nicht so feine Beobachter für kleine Unterschiede des Luftzustandes, als gewisse Pflanzen und Thiere, deren ganze Lebensthätigkeit davon abhängig ist, oder deren Organe

besonders hygrometrische Eigenschaften besitzen, so daß sie wie die künstlichen Feuchtigkeitsmesser (Hygrometer) den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre einigermaßen verrathen.

Weit unsicherer sind offenbar schon die Wetterregeln, welche sich auf Constellationen des Mondes beziehen, am unsichersten aber sind die, welche an bestimmte Tage des Jahres, des Monats oder der Woche geknüpft sind. Der Mond, welcher das Meer zur Fluth anschwellt und nervenschwache Menschen vom nächtlichen Lager treibt und zum Nachtwandeln erregt, wird sicher auch einen Einfluß auf die Zustände unserer Atmosphäre äußern. Wenn man ihm aber nachsagt, daß der Eintritt seiner Lichtphasen bestimmte Wetterveränderungen bedinge, daß gerade mit dem Vollmonde oder Neumonde, mit dem ersten oder letzten Viertel anderes Wetter einzutreten pflege, so zeigt das ein gänzliches Verkennen des wahren Sachverhaltes, da alle diese Lichtphasen ganz allmälig und ohne alle bestimmte Abgrenzung in einander übergehen. Der Vollmond kann unmöglich plötzlich ganz anders wirken als der Mond 12 oder 24 Stunden vorher; es kann nur etwa eine gewisse Wirkungsweise mit dem Eintritt des Vollmondes ihr Maximum erreichen.

Was nun die besonderen Wettertage des Jahres, der Monate und der Wochen betrifft, so werden erstere sehr wahrscheinlich alle auf Erfahrungen beruhen; ja für die Kältetage im Februar, Mai und Juni hat man bereits eine Erklärung gefunden in den Sternschnuppenschwärmen, die periodisch zwischen Erde und Sonne hindurch ziehen und die Wirkungen der letzteren in Etwas vermindern. Aehnlich scheint auch die ominöse Bedeutung des Siebenschläfers im Zusammenhange zu stehen, mit dem Ueberwiegendwerden einer gewissen vom Passat bedingten Windrichtung bei uns, welche, einmal siegreich, dann längere Zeit herrschend bleibt. Was aber die besonderen Monats- und Wochentage betrifft, so sind die ersteren so ganz aus menschlichen Einrichtungen hervorgegangen, daß man unmöglich irgend einen Zusammenhang derselben mit periodischen Naturerscheinungen zugeben kann. Die siebentägige Woche, diese uralte Zeiteintheilung vieler Nationen, könnte noch eher möglicher Weise ihre Dauer irgend einer siebentägigen natürlichen Periodicität verdanken; so lange das aber nicht besser nachgewiesen ist, als durch die wohl

eben so oft unerfüllte als erfüllte Behauptung, daß der Freitag der verhängnißvolle Wetterwechseltag sei, so lange müssen wir diese Wetterregel mit vielen ähnlichen auf besondere Tage bezogenen für ein bloßes Vorurtheil halten.

Ich will Sie aber nicht länger mit diesen Betrachtungen über die meteorologischen Regeln des Volkes aufhalten, sondern vielmehr versuchen, Ihnen ein übersichtliches Bild von den nächsten Ursachen der Wetterveränderungen zu geben. Es sind dies wesentlich Temperatur, Bewegungsart und Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre.

Wie so häufig beim Studium der Naturerscheinungen, so zeigt es sich auch hier, daß sehr einfache Ursachen hinreichen, um sehr mannichfache Erscheinungen hervorzubringen, und gerade das Erkennen der Einfachheit der Naturgesetze bildet den anziehendsten Theil der Naturforschung.

Die Grundursache aller bei uns so wechselnden Wetterzustände ist nämlich die Temperatur der Luft und der damit in Berührung stehenden Erdoberfläche. Hätten wir stets und überall, also Sommer und Winter, Tag und Nacht, am Aequator und an den Polen, an der Oberfläche der Erde und in den oberen Regionen der Atmosphäre — gleiche Temperatur, so würde es weder Wind noch Wolken, weder Nebel noch Thau, weder Reif noch Regen oder Schnee auf der Erde geben; der Himmel wäre dann stets heiter und ruhig, die Atmosphäre aber feucht. Ein Zustand, diesem sich nähernd, muß wirklich stattgefunden haben, wenn, wie es wahrscheinlich ist, die eigene Wärme der Erde einst ganz überwiegend war über die durch die Sonnenstrahlen auffallende. Solch ein Zustand könnte zur Zeit der Steinkohlenbildung auf der Erde stattgefunden haben.

Da nun der Temperaturwechsel der Atmosphäre und Erdoberfläche die Grundursache aller Wetterveränderungen ist, so lassen Sie uns zunächst noch einen Blick auf die Ursachen dieses Temperaturwechsels werfen, auf die ich Sie im vorigen Briefe schon vielfach aufmerksam gemacht habe.

Es giebt nur zwei Ursachen, welche die Temperatur der Erde als ein Ganzes verändern, eine abkühlende und eine erwärmende. Die abkühlende Ursache der Erde ist die

Wärmeausstrahlung in den Weltraum. Dieser ist nämlich beträchtlich kälter als die Erdoberfläche, und sie giebt daher fortwährend Wärme an ihn ab, ebenso wie eine heiße Kugel (eine große Wärmflasche) in einem kalten Zimmer nach und nach immer kälter wird. Würde dieser Wärmeverlust der Erde nicht beständig wieder erstattet, so müßte ihre Oberfläche nach und nach immer mehr abkühlen und endlich so kalt als der Weltraum werden. Alles Wasser würde dann zu Eis erstarren, alles organische Leben aufhören.

Aber dieser Abkühlung entgegen wirkt die Sonne, deren Strahlen der Erde unausgesetzt Wärme zuführen. Das ist die Erwärmungsursache. Ob die Erdoberfläche im Ganzen kälter oder wärmer werde, hängt daher davon ab, ob sie mehr Wärme an den Weltraum abgiebt oder mehr von der Sonne empfängt. Es ist nun aber nachgewiesen, daß seit der Zeit, aus welcher astronomische Beobachtungen bekannt sind, sich die Temperatur der ganzen Erdoberfläche nicht geändert hat, daß also die Erde sich in dem Wärmezustande befindet, in welchem Verlust und Gewinn sich gerade aufheben. Ob das immer so gewesen ist, oder immer so bleiben wird, ist eine andere Frage. Es ist wahrscheinlich, ja ziemlich gewiß, daß früher die Temperatur der Oberfläche höher war, ja man nimmt sogar, wie ich Ihnen im 22. Briefe geschrieben habe, mit vielem Grunde an, daß die ganze Erde sich einst in einem durch Wärme flüssigen Zustande befunden hat und nur sehr allmälig an ihrer Oberfläche abgekühlt ist, während ihr Inneres noch jetzt heißflüssig. Daß das Erdinnere weit wärmer ist als die Oberfläche, ist eine Thatsache. Man könnte darum zu glauben geneigt sein, dieser heiße Kern müsse auch auf die Temperatur der Oberfläche einen Einfluß haben; das ist jedoch seit Jahrtausenden, wie gesagt, nicht mehr der Fall. Höchstens in der unmittelbaren Nähe von Vulkanen findet noch ein solcher Einfluß statt; die ausgeflossenen Laven u. s. w. bringen eine geringe Temperaturerhöhung ihrer nächsten Umgebung hervor. Dieser Einfluß ist aber für die ganze Erde so gering, daß er sich jeder Beachtung entzieht.

Ob sich die Wärme der Erde in Zukunft nie ändern werde, ist eine noch nicht zu beantwortende Frage. Wenn die Sonne stets dieselbe Wirkung, der Weltraum immer, d. h. hier überall,

wo er auch von dem Sonnensysteme durchwandert werden wird, dieselbe Temperatur behält, so wird auch die Temperatur der Erde unverändert bleiben.

Der berühmte Mathematiker Poisson nahm aber allerdings an, der Weltraum habe in verschiedenen Regionen eine verschiedene Temperatur, und indem die Erde mit dem ganzen Sonnensysteme in andere Welträume gelange, werde auch der Wärmeverlust derselben ein anderer, und folglich ihre Temperatur eine andere. Ja man glaubte dadurch sogar manche geologische Erscheinungen erklären zu können.

Doch lassen wir diese Hypothesen, deren Werth oder Unwerth für die Dauer eines Menschenlebens jedenfalls ohne alle Folgen ist, einstweilen dahin gestellt sein, — so befindet sich also jedenfalls jetzt die Erde in einem Zustande, in welchem sie durch Aufstrahlung gerade so viel Wärme gewinnt, als sie durch Ausstrahlung verliert. Im Ganzen bleibt also die Wärmemenge ihrer Oberfläche sich gleich.

Gehen wir nun aber von der Betrachtung der Erde als Ganzes zu der der einzelnen Zeiten und Orte auf ihr über, so sehen wir leicht, wie die beiden genannten Grundursachen unter verschiedenen Umständen verschieden wirken werden, und bald die eine, bald die andere die Oberhand gewinnen muß. — Gegenden, die lange der Sonne entbehren, wie die Pole, verlieren viel Wärme und erkalten um so mehr, je heller der Himmel ist, denn Wolken umgeben die Erde wie ein Mantel und schützen die Erdoberfläche mehr oder weniger vor dem Wärmeausstrahlen und Abkühlen. Orte, die die Sonne bescheint, erwärmen sich um so mehr, je länger dieser Zustand dauert, und je höher die Sonne steigt. Darin beruhen also, wie ich Ihnen schon im vorigen Briefe gezeigt habe, die verschiedenen Temperaturen bei Tag und Nacht, im Sommer und Winter, unter dem Aequator und an den Polen. Sinkt die Sonne unter unsern Horizont, so erhalten wir keine Wärme mehr von ihr, wir gewinnen nichts und verlieren nur, was nothwendig eine Abkühlung nach sich zieht. Diese dauert bis zum nächsten Sonnenaufgange, und diese Zeit ist darum in der Regel, und wenn nicht andere wechselnde Umstände zuweilen eine Aenderung be-

wirken, die kälteste des Tages. Sobald nun die Sonnenstrahlen wieder wirken, erhöht sich die Temperatur, und da zu Mittag ihre Wirkung am größten wird, so nimmt auch die Erwärmung zu, ja sie reicht noch über den Mittag hinaus, weil in den ersten Stunden darauf immer noch der Gewinn größer ist, als der Verlust. Allein je wärmer die Erdoberfläche ist, desto mehr Wärme verliert sie durch Ausstrahlung. Der Verlust wird daher immer größer, während nach Mittag der Gewinn immer kleiner wird. Zwischen 1 und 3 Uhr, in den verschiedenen Jahreszeiten verschieden, werden beide gleich. Zu der Zeit haben wir deshalb die größte Wärme des Tages. Weiterhin übertrifft der Verlust den Gewinn, es beginnt wieder die Abkühlung und dauert bis Sonnenaufgang. Aehnlich geht es im Laufe des ganzen Jahres. Im Herbst ist die Erde warm, sie verliert also viel Wärme, und die Sonne vermag nicht allen Verlust zu ersetzen, sie wird darum immer kälter und kälter fast durch den ganzen Winter hindurch. Die größte Kälte fällt nicht in die kürzesten Tage, denn auch nachher, obgleich der Gewinn täglich etwas wächst, bleibt immer noch der Verlust größer als dieser und die Abkühlung schreitet vor, bis endlich gegen Ende Januar sich beide ausgleichen. Dann übersteigt der tägliche Wärmezuwachs den Wärmeverlust, die Erwärmung nimmt zu bis über die längsten Tage hinaus, bis Ende Juli oder Anfang August. Es versteht sich von selbst, daß ich hier nur von der Regel, von dem mittleren Verlaufe in unseren Regionen sprach; Wind, Regen und Wolken (selbst Folgen des Wärmewechsels) ändern in den einzelnen Tagen und Jahren diesen regelmäßigen Gang sehr mannichfach ab. Man erkennt ihn nur als Mittel aus sehr vielen lange dauernden Beobachtungen.

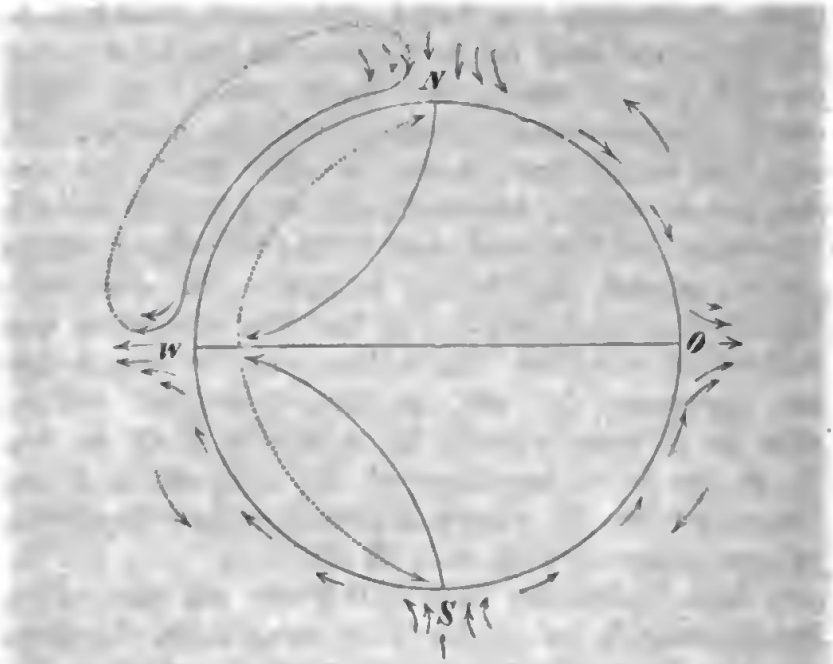
Ich muß nun noch eine Erwärmungs- und Erkaltungsursache der Luft erwähnen, die bei den atmosphärischen Erscheinungen eine große Rolle spielt: das ist das Verhalten der Luft beim Ausdehnen und beim Zusammendrücken derselben. Wenn irgend eine Luftmasse in einen größeren Raum ausgedehnt wird, ohne daß ihr gleichzeitig von Außen Wärme mitgetheilt wird, so wird sie dadurch kälter, und wenn man sie in einen kleineren Raum zusammendrückt ohne ihr Wärme zu nehmen, so wird sie wärmer.

Da nun der Druck der Luft auf sich selbst in den höheren Regionen der Atmosphäre immer geringer wird, so muß auch jede Luftmasse, welche aufsteigt, vermöge ihrer Elasticität sich ausdehnen und folglich abkühlen. Das ist die Ursache, warum die Temperatur der Atmosphäre gegen die Höhe hin abnimmt, warum es in Gebirgen kälter ist als in Niederungen gleicher Lage. Die Sonne erwärmt die Luft unmittelbar nur sehr wenig, ihre Strahlen gehen fast ohne Wärmeverlust durch sie hindurch, erst an der festen oder tropfbarflüssigen Oberfläche angelangt werden sie wirksam, entbinden sie Wärme, und die Luft erwärmt sich erst auf Kosten dieser Oberfläche, durch Berührung mit derselben. Stets aber wechselt die untere erwärmte Luft mit der oberen, beim Aufsteigen dehnt sie sich aus und wird kälter, während die niedersinkende sich verdichtet und dadurch wärmer wird. Es würde darum die Wärmeabnahme gegen die höheren Regionen hin noch größer sein, wenn nicht gerade immer die erwärmte Luft aufstiege, die abgekühlte niedersänke, was nach beiden Richtungen eine Mäßigung der Temperatur bewirkt.

So also hängen die ungleichen Temperaturen der Atmosphäre, abgesehen von den verschiedenen Höhen, lediglich vom Stande der Sonne ab. Ich habe Ihnen aber schon im vorigen Briefe gezeigt, daß, trotz des einförmigen Wechsels des Sonnenstandes, durch die unsymmetrische Ungleichförmigkeit der Erdoberfläche eine sehr ungleichförmige Vertheilung der Wärme hervorgebracht wird, die sehr von der abweicht, welche bei ganz gleichförmiger und ebener Erdoberfläche stattfinden würde.

Ich gehe nun zu der zweiten Hauptursache der Wetterveränderungen über, zu den Winden, die selbst zu dem, was man Wetter nennt, gehören und deren eigene Ursache ich bereits im Vorstehenden und im 32. Briefe angedeutet habe. Alle Bewegungen der Luft, sowohl die in horizontaler Richtung wehenden eigentlichen Winde, als auch die auf- und absteigenden Luftströmungen, haben, wie wir sahen, ihre Ursache in der örtlich oder zeitlich verschiedenen Temperatur der Luft. Hätte diese immer und überall dieselbe Wärme, so würde sie auch immer und überall ruhend sein, die kleinen localen Bewegungen abgerechnet, welche durch lebende Wesen, Vulkane und dergleichen

hervorgebracht werden, oder durch die Ebbe und Fluth des Meeres. Die Atmosphäre würde sich unter diesen Voraussetzungen gerade so verhalten wie die Luft in einem eingeschlossenen Raume. Aber eben so wie diese letztere sogleich in Bewegung geräth, wenn man einen Theil kälter oder wärmer macht als den anderen, eben so kann auch die Atmosphäre nicht ruhig bleiben, da ihre Temperatur örtlich beständig wechselt. Der Vergleich mit einem geheizten Zimmer liegt uns am nächsten, verfolgen wir ihn. Um den Ofen herum wird hier die Luft stets erwärmt, an den Fensterwänden abgekühlt. Die wärmere Luft ist leichter und steigt deshalb am Ofen auf, die kältere sinkt nieder. In der Höhe an der Decke fließt die warme Luft nach den Fenstern hin ab, wo sie erkaltend niedersinkt und am Boden nach dem Ofen zurückkehrt. In jedem stark geheizten Zimmer können Sie sich von solchem Luftkreislaufe leicht überzeugen, wenn Sie die leicht bewegliche Flamme eines Lichtes oder den Faden eines Spinnegewebes in die verschiedenen Regionen halten. Aehnlich geht es in der Atmosphäre zu. Im Kleinen kann man es an den meisten Küsten täglich beobachten. Morgens tritt regelmäßig ein Seewind ein, der Abends einige Stunden nach Sonnenuntergang in Landwind umsetzt, weil nämlich bei Tage das Meer und die darüber befindliche Luft kälter sind als das Land, in der Nacht aber der umgekehrte Fall eintritt. Von diesem Vorgange im Kleinen lassen Sie uns sogleich zu dem größten der Art übergehen, hervorgebracht durch den Unterschied der Temperatur zwischen den Wendekreisen und an den Polen. Da jene Zone viel stärker erwärmt wird als die Polargegenden, so kann die Luft nicht in Ruhe bleiben, sie muß zwischen den Wendekreisen emporsteigen, in beträchtlicher Höhe nach den Polen überfließen und in den kalten Zonen sich herabsenken, zugleich aber aus den kalten Zonen in der Tiefe gegen den Aequator hinströmen, ungefähr wie es der nachstehende Holzschnitt versinnlicht.




Drehte ſich die Erde nicht um eine ſchräg auf ihrer Bahn ſtehende Are, bewegte ſich vielmehr, wie man vor Copernicus glaubte, die Sonne täglich um ſie, ſo würde dadurch, wie Sie leicht einſehen werden, nördlich vom Aequator ein beſtändiger Nordwind, ſüdlich davon ein beſtändiger Südwind entſtehen. Die ſchnelle Umdrehung der Erde um ihre Are ändert aber die Richtung dieſes Polarwindes und macht, daß ſie eine immer öſtlichere wird, je mehr der Luftſtrom ſich dem Aequator nähert. Das geſchieht aber dadurch, daß alle Lufttheilchen aus Gegenden der Erdoberfläche, in welchen die Umſchwungsgeſchwindigkeit geringer iſt, kommen und in ſolche gelangen, in welchen ſie größer iſt (an den Polen iſt ſie gleich 0, am Aequator am größten: 225 Meilen in der Stunde). Die Theilchen beharren nun nach den allgemeinen Bewegungsgeſetzen noch einige Zeit in geringerer Umdrehungsgeſchwindigkeit als die der Erdzone iſt, in welche ſie gelangen, und nehmen die größere nur allmälig an, ſie können aber, da ſie immer wieder in Gegenden größerer Drehungsſchnelligkeit vorrücken, die Umdrehungsgeſchwindigkeit der feſten Oberfläche nie ganz erreichen, ſie bleiben dahinter zurück und ſcheinen uns, den ſtets mit der Erdoberfläche ſchnell gegen Oſt bewegten Bewohnern derſelben, ſtatt aus Nord oder

Süd, aus Nordost oder Südost zu kommen, während sie in Wirklichkeit nur etwas ruhiger verharren als wir, die wir, durch die Luft hindurch bewegt, sie Ostwind nennen. Es ist das ähnlich, als wenn wir auf offenem Dampfwagen mit dem Winde, aber schneller als dieser, fahren, der Wind scheint uns dann entgegen zu kommen, obwohl er mit uns geht. So entstehen die zwischen den Wendekreisen auf beiden großen Meeren jahraus jahrein wehenden Passatwinde, die zwischen sich eine Region verhältnißmäßiger Windstille (am Aequator) einschließen, weil hier die Luft endlich die schnellste Umdrehungsbewegung so ziemlich angenommen hat und nun nur noch erwärmt aufsteigt. Aber die Passatwinde ziehen sich begreiflicher Weise mit dem Stande der Sonne, mit welchem die Region der größten Wärme hin und her schwankt, während unseres Sommers mehr nördlich, während unseres Winters mehr südlich.

Diese regelmäßigen Passatwinde werden aber nur zwischen den Wendekreisen und in der Nähe derselben bemerkt, weiter nach den Polen zu sind sie nicht deutlich zu beobachten, weil dort die in der Höhe nach den Polen zurückkehrende Luft, sich erkaltet senkend, schon mit der von ihnen kommenden sich mengt, woraus die so überaus veränderlichen Winde entstehen, wie wir sie in unsern Gegenden kennen, und die die unmittelbare und nächste Ursache des eben so veränderlichen Wetters in unseren Breiten sind.

In Sachsen kann man z. B. im Jahre durchschnittlich nur auf 60 helle Tage rechnen, während 130 trüb sind und 175 Regen bringen.

In der Nähe des Aequators steigt die Luft, wie gesagt, jederzeit in die Höhe (bildet einen aufsteigenden Luftstrom), dort muß sie daher unausgesetzt in der Tiefe durch andere von den Polen her ersetzt werden, und darum muß dort immer einerlei Wind herrschen, wo nicht Gebirge, wie auf dem Festlande von Asien, Aenderungen bedingen. Wo aber immer derselbe Wind weht, da hat man auch einen ganz regelmäßigen Witterungsverlauf zu erwarten. In den Aequatorialgegenden kann man darum mit Bestimmtheit das Wetter vorausverkünden, wenn auch nicht gerade die jedesmalige Energie desselben. Lange Trockenheit beim niedrigsten und lange Regenzeit beim höchsten

Sonnenstande, wechseln dort regelmäßig mit einander ab. Ganz anders bei uns. Bald herrscht da der Polarstrom, bald der Aequatorialstrom vor. Jener ist ursprünglich ein Nordwind, er dreht sich aber, wie gesagt, je länger er weht, immer mehr östlich, weil nach einander Lufttheile aus Gegenden von immer geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit zu uns gelangen. Dieser, ursprünglich ein hochgehender Südwind, wird immer mehr zum Westwinde, weil nach und nach Theile aus Gegenden immer größerer Rotationsgeschwindigkeit zu uns gelangen. Durch das Vorherrschen des einen oder des anderen dieser Winde entsteht die große Unregelmäßigkeit unseres Wind- und Wetterverlaufes, in der als einzige Regel bis jetzt nur das sogenannte Drehungsgesetz von dem berühmten Meteorologen Dove aufgefunden worden ist. Diese regelmäßige Drehung der Winde besteht darin, daß sie alle Richtungen von Nord über Ost, Süd und West nach Nord durchlaufen. Denken wir uns, daß eine Nordströmung den Anfang macht, so geht diese während ihres Verlaufes immer mehr in Ostwind über. Als Ostwind vermag sie aber nun nicht mehr der oberen Südströmung zu widerstehen, diese dringt immer mehr nieder und wandelt den Ostwind in Südost-, sowie endlich in Südwind um. Der Südwind wird nun durch die Rotationsunterschiede nach und nach wieder zum Westwinde, und dieser wird allmälig durch den Nordstrom überwunden. Aber die Dauer dieser fast regelmäßig aufeinanderfolgenden Winde ist keine gleichmäßige. Bei uns dauert z. B. der Westwind gewöhnlich am längsten. In der südlichen Hemisphäre ist die Reihenfolge (Drehung) der Winde umgekehrt.

War nun die verschiedene Wärme die erste Ursache der Luftbewegungen, so haben die Winde ihrerseits auch wieder einen Einfluß auf die Temperatur. Ein anhaltender Nordwind bringt bei uns, weil aus kalten Gegenden kommend, unfehlbar Kälte mit sich, und umgekehrt ein Südwind Wärme. Wenn es aber z. B. in Rußland durch Nordwinde kälter wird, als bei uns, so sinkt die Luft dort, während sie hier steigt und gegen Ost überfließt. Sie bildet dann in der Höhe eine Strömung nach Osten, und wir am Boden erhalten Ostwind. So wird die Wirkung zur Ursache, und dadurch wird dann auch das Dove'sche Drehungsgesetz zuweilen gestört, so daß man nicht ganz

ſicher nach Nordwind auf Oſtwind, nach Oſtwind auf Südwind u. ſ. w. rechnen kann.

Könnte man mit einem Blicke den Zuſtand der Luft in allen Theilen, wenigſtens unſerer Erdhälfte überſehen, und zwar nicht blos den an der feſten Oberfläche, ſondern auch den in den oberen Regionen der Atmoſphäre, ſo müßte es dem combinirenden Verſtande eines guten Phyſikers wohl gelingen, die zunächſt bevorſtehenden Veränderungen des Windes und folglich auch des Wetters zu beſtimmen. Sie ſehen wohl, das wäre in gewiſſem Grade durch Verbindung ſehr vieler meteorologiſcher Stationen durch elektriſche Telegraphen möglich, und wer weiß, wohin es die Menſchen noch bringen!

Als dritte Grundbedingung des Wetters bezeichnete ich oben den Feuchtigkeitszuſtand der Luft, und damit in unmittelbarem Zuſammenhange ſtehen die ſogenannten wäßrigen Meteore: Thau, Reif, Wolken, Nebel, Regen, Schnee u. ſ. w.

Waſſerdampf nennt man in der Wiſſenſchaft den gasförmigen, in der Luft unſichtbaren Zuſtand des Waſſers, im Gegenſatz zu dem dunſtförmigen ſichtbaren. Selbſt in der reinſten und durchſichtigſten Luft iſt beſtändig Waſſer als Dampf enthalten, bald mehr, bald weniger, d. h. die Luft iſt bald feuchter, bald trockener. Für jede Temperatur giebt es aber ein gewiſſes Quantum, welches nicht überſchritten werden kann, dies beträgt z. B. für 0 Grad $^1/_{110}$ des Luftvolumens, für 40 Grad Wärme $^1/_{14}$ des Luftvolumens. Iſt dieſes Maximum des Feuchtigkeitszuſtandes erreicht, ſo ſagt man, die Luft iſt mit Feuchtigkeit geſättigt (ungefähr wie ein Schwamm, der kein Waſſer mehr aufzunehmen vermag). Dieſes Maximum iſt um ſo größer, je wärmer die Luft iſt. Wird daher eine mit Feuchtigkeit geſättigte Luft abgekühlt, ſo kann der Waſſerdampf als ſolcher nicht mehr beſtehen, er wird dann als Waſſer niederſchlagen. Geſchieht das in der Nähe oder durch die Nähe eines feſten Körpers, ſo beſchlägt dieſer mit einer Waſſerhaut, er bethaut, ſo die Fenſterſcheiben im Winter, ſo die Erdoberfläche in kalten Nächten; ſinkt dabei die Temperatur unter 0, ſo wird aus dem Thau Reif, aus dem Hauch am Fenſter eine Eisblume. Geſchieht es in der Mitte der Luft ſelbſt, ſo bilden ſich kleine Waſſerbläschen oder Eiskryſtalle, aus welchen z. B. was man Dunſt, Rauch, Wolken

und Nebel nennt, bestehen. Die Wolkenbildung ist das hervorstechende Resultat der Abkühlung feuchter Atmosphäre in mittleren Regionen; senken sich die Wolken bis zu unserem Standpunkte herab, so pflegen wir sie Nebel zu nennen. Wird die Bläschenbildung in den Wolken zu dicht gedrängt, so schmelzen dieselben zu Regen zusammen oder krystallisiren zu Schnee. Solche Abkühlungen mitten in der Luft erfolgen gewöhnlich durch andere, eindringende Luft von niedrigerer Temperatur, also durch einen kalten Luftstrom oder Wind, der in warme Gegenden, oder durch einen warmen feuchten Wind, der in kalte Regionen der Atmosphäre gelangt.

Sie fragen hier vielleicht, wie kann bei einer solchen Mengung ein wäßriger Niederschlag erfolgen, da zwar der eine Theil der Luft dadurch abgekühlt, der andere aber um eben so viel erwärmt wird, so daß man glauben sollte, beide zusammen müßten noch eben so viel Feuchtigkeit beherbergen können als vorher. Es ist aber eine Thatsache, daß jedesmal, wenn zwei mit Feuchtigkeit gesättigte Luftmassen von verschiedener Temperatur mit einander gemengt werden, das Gemenge nicht mehr allen Wasserdampf als solchen enthalten kann, der vorher darin enthalten war, weshalb denn ein Theil desselben nothwendig zu Wasser werden muß.

Zur Wolkenbildung ist es daher nöthig, daß hinlänglich feuchte Luftmassen von verschiedener Temperatur sich mit einander mengen. Daß diese Bedingungen beide erfüllt sein müssen, können Sie leicht an Ihrem Athem erkennen. Der ist stets feucht, ist aber die äußere Sie umgebende Luft entweder auch warm, oder zwar kalt, aber sehr trocken, so sehen Sie denselben nicht als Dunst ausströmen, sondern seine Feuchtigkeit bleibt als dampfförmiges Wasser unsichtbar. Ebenso, wenn eine warme Flüssigkeit raucht, die umgebende Luft aber sehr trocken ist, so geht der Rauch sehr bald in unsichtbaren Dampf über. Auf diese Weise entstehen also Wolken, wenn in eine feuchte und warme Atmosphäre ein kalter, oder wenn in kalte Luft ein warmer und feuchter Wind eindringt. Ersteres ist der gewöhnlichere Fall.

Haben wir z. B. mit Süd- oder Südwestwind warme Tage erhalten, die Luft ist feucht und es tritt nun ein kalter

Nordwestwind ein, so giebt es sicher Regen. Seltener ist das Umgekehrte der Fall, daß nämlich bei durch Nord- und Ostwind kalten Tagen ein warmer Südwind so viel Wasserdampf mitbringt, daß durch seine Abkühlung Wolken entstehen. Oft bestehen zweierlei Winde übereinander, und wo sie sich mengen, da bilden sich Wolken.

Die Ostwinde sind bei uns meist die trockensten, weil sie einen langen Weg über Festland zurückzulegen haben; die Nordwestwinde aus der entgegengesetzten Ursache die feuchtesten und regenbringendsten.

Es erklärt sich leicht, warum im Frühjahr bei uns mehr Regen herrscht, als im Herbst. Im April steht die Sonne schon höher als im September, sie wirkt stärker, aber Erde und Atmosphäre sind noch kälter; diese Contraste bei großer Luftfeuchtigkeit müssen natürlich einen häufigen Wechsel des Wetters und viel Regen veranlassen. Im Herbst sind dagegen diese Contraste ausgeglichen, alles ist beinahe gleichförmig erwärmt, darum das beständige heitere Wetter.

Eine sehr gewöhnliche Art der Wolkenbildung ist es ferner, namentlich in der warmen Jahreszeit, daß von der durch die Sonne erhitzten und feuchten Erde warme und feuchte Luft aufsteigt, bei ihrer Erhebung sich abkühlt, und in gewisser Höhe ihren Wasserdampf zum Theil als Wolken absetzt. Dieses Phänomen ist besonders in Gebirgsgegenden oft recht deutlich zu beobachten, wo die warme Luft aus den benachbarten Ebenen an den Gebirgen aufsteigt und in gewisser Höhe eine Wolkenbildung einleitet, die dann zuweilen bei überwiegender Sonnenwärme wieder verschwindet. Gewiß haben Sie es auch zuweilen schon beobachtet, daß ein warmer feuchter Luftstrom, eine hohe kalte Bergspitze berührend, an dieser eine lange Zeit hindurch fortwährend Wolken bildet, die von dem Berge losgerissen sich sehr bald wieder auflösen.

Sind die Ursachen zur Wolken- und Regenbildung weit verbreitet, so ist es auch ihre Wirkung, und wir behalten dann lange Zeit trübes, regnerisches Wetter — sogenannten Landregen. Das ist z. B. der Fall, wenn sehr ausgedehnte Luftströmungen in verschiedenen Richtungen über einander hingehen. Dann sind aber die Gegensätze niemals sehr stark, und der

Regen ist daher nie sehr heftig. Heftiger ist er, wenn große Gegensätze sich auf einem kleinen Raume concentriren, wie bei Gewittern.

Am größten sind diese Gegensätze zuweilen in den heißen Klimaten, weshalb denn auch unsere Regen mit den tropischen sich oft gar nicht vergleichen lassen. Aus fünfjährigen Beobachtungen hat man z. B. gefunden, daß aller Regen und Schnee, welcher in Dresden niederfällt, wenn er nicht abflösse und verdunstete, jährlich im Durchschnitt eine 20½ Pariser Zoll hohe Wasserschicht bilden würde, während in Port Jackson einst in 24 Stunden eine 23 Zoll dicke Wasserschicht als Regen niedergefallen ist, und noch unlängst, am 16. Juli 1841, in 2½ Stunden 3 Zoll Regen fiel.

Wenn in den warmen Tagen des Frühjahrs oder Sommers die warme und feuchte Luft sich schnell erhebt, an irgend einer Stelle aber kalte Luft in sie eindringt, so beginnt sie schnell wieder herabzusinken, die höhere Luft fällt nach und mischt sich mit der unteren warmen. Nun erfolgen Niederschläge, und zwar um so häufigere, je mehr Feuchtigkeit die warme Luft enthält, es entsteht ein Platzregen oder Gewitterregen, dessen elektrische Phänomene ich hier unberücksichtigt lasse. Man sagt, im Frühjahr bringen die Gewitter Kälte. Die Thatsache ist richtig, aber der Ausdruck ist falsch. Nicht die Gewitter bringen die Kälte. Durch starken Sonnenschein haben wir heiße Tage; ein kalter Nordwest kommt in höheren Regionen herbei, es bilden sich Wolken und sie entladen sich, wenn der Vorgang energisch genug ist, in Gewittern. Bleibt an der Erdoberfläche noch warmer Wind, so steigt die Temperatur wieder, und die Ursache zur Gewitterbildung dauert fort, die Gewitter wiederholen sich. Dringt aber früher oder später der kalte Nordwest zu uns herab, so bringt er uns Kälte, nun folgt diese allerdings auf die Gewitter, obwohl sie eigentlich nicht die Wirkung, sondern die Ursache derselben war.

Gewitter sind, wie Sie wissen, elektrische Erscheinungen, Entladungen der Wolkenelektricität. Die positive Elektricität der Luft und der in ihr schwimmenden Wolken entspringt wahrscheinlich vorzugsweise aus der Verdunstung des Wassers der Erdoberfläche. Ueberall, wo nicht ganz reines, sondern kleine Quan-

titäten Salze enthaltendes Wasser verdunstet, steigt positive Elektricität mit den Dämpfen in die Luft, während negative auf der Verdampfungsfläche frei wird. Ganz unbedeutend sind hiergegen jedenfalls die anderen Ursachen des Freiwerdens positiver Elektricität, wie der Verbrennungsproceß, der Keimungsproceß der Pflanzen u. s. w. Die freigewordene positive Elektricität sammelt und häuft sich in den Gewitterwolken, bis ihre Entladung durch Blitze erfolgt. Diese bewirken durch schnelle Veränderung des Luftdruckes den Donner, aus dessen Dauer wir die ungefähre Blitzlänge und aus dessen Zeitabstande von der Lichterscheinung wir die ungefähre Entfernung des Ausgangspunktes berechnen können, weil der Schall ziemlich eine Secunde braucht, um einen Weg von 1000 Fuß Länge zu durchlaufen.

Ich will mich aber bei diesen Erscheinungen, die, weil so auffallend, in jeder Schule besprochen werden, nicht länger aufhalten, nur auf einen besonderen Umstand möchte ich Sie noch aufmerksam machen, darauf nämlich, daß man in älteren Gesteinsschichten noch nie die deutliche Spur eines Blitzes gefunden hat, während in dem aufgeschwemmten Sandlande gar häufig sogenannte, aus zusammengeschmolzenen Sandkörnern bestehende Blitzröhren ausgegraben worden sind. Sollten in früheren geologischen Perioden keine heftigen Entladungen der Luftelektricität stattgefunden haben?

Das malerische Phänomen der Wolkenbildung, was namentlich in den Abendstunden unserem Himmel oft einen zauberischen Reiz verleiht, ist seinen besonderen Ursachen nach noch wenig erkannt. Wohl hat man, Howard folgend, die Wolkenformen eingetheilt in Cirrus (Federwolken), Cumulus (Haufenwolken) und Stratus (Schichtwolken), sowie in die Uebergangsformen: Cirrocumulus, Cirrostratus, Cumulostratus und Nimbus. Aber die Ursachen dieser Formen und ihrer Gruppirungen sind nicht näher bekannt, wenn man auch weiß, daß Elektricität und Wind dabei wichtige Rollen spielen. Wenn Sie in eine Wolke eindringen, möge sie nun eine äußere Gestalt haben welche sie wolle, so wird Ihnen dieselbe allemal als formloser Nebel erscheinen, mit der einzigen Ausnahme, daß einige Wolken statt aus Dunstbläschen aus feinen Eiskrystallen — aus Schnee bestehen.

Wie werden die Wolken in der Luft getragen, da sie so große Massen Wasser enthalten, was viel schwerer ist, als Eis? Man hat diese Frage durch sehr künstliche Hypothesen zu beantworten gesucht, während ihre Lösung einfach darin liegt, daß die einzelnen Bläschen im Verhältniß zu ihrer aus Wasser bestehenden dünnen Haut ein sehr großes Luftvolumen enthalten. Sie sind deshalb nur sehr wenig schwerer als die sie umgebende Luft. Der geringste Windhauch reicht hin, sie aufwärts, abwärts oder seitlich zu bewegen, und sinken sie bei sehr ruhiger Luft wirklich in die Tiefe, so gelangen sie in wärmere Regionen, lösen sich hier in Dampf auf, steigen als solcher wieder auf und werden abermals zu Wolken.

Das am wenigsten Erklärte bei dem ganzen Wolkenphänomen ist die Gestaltung der einzelnen Dunstbläschen, die in ihrer Form an die Zellen, diese Grundformen der organischen Körper, erinnern.

---

Fünfunddreißigster Brief.

## Das organische Leben auf der Erde.

„Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schüchternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen fremd, wenn das Wort Geschichte hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenwelt bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahneten Analogien systematisch gruppirt werden. Der naturbeschauenden Stimmung unsers Gemüthes ist es daher ein Bedürfniß, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen.“

v. H.

---

Von unserem Planeten kennen wir eigentlich nur die Region durch unmittelbare Beobachtung, in welcher sich das orga-

nische Leben entwickelt hat. Es ist das die Grenzregion der drei Aggregatzustände *fest*, *flüssig* und *gasförmig*, die sich in allen Organismen verbunden finden. Was weit darüber und darunter liegt, ist nur den Schlüssen unseres combinirenden Verstandes zugänglich. Doch ist es gerade der Mensch, als vollkommenster Organismus, welcher die Grenzen seiner Wanderungen am weitesten ausgedehnt hat, welcher am weitesten gegen die Pole, am höchsten in die Atmosphäre und am tiefsten in das Erdinnere eingedrungen ist.

Die Frage: was ist organisches Leben? ist noch nie genügend beantwortet worden, obwohl wir Alle recht gut wissen, was wir darunter verstehen. Ein ganz allgemeiner Charakter der Organismen ist es, daß sie *aus verschiedenartigen zusammengehörigen, von einander abhängigen Theilen bestehen, welche beständigen Veränderungen unterworfen sind*, und zwar Veränderungen, deren Ursachen großentheils noch nicht erkannt, für unsere Auffassung noch nicht in den Kreis des Nothwendigen gebracht sind. Dieser letztere Umstand unterscheidet die Organismen von dem Gesammtkörper der Erde, den allerdings manche Naturphilosophen einen Organismus nennen. Auch im Erdkörper sind vielartige Theile zu einem Ganzen verbunden, und die einzelnen Theile sind beständigen Veränderungen unterworfen. Aber wir kennen die Ursachen dieser Aenderungen. Gravitation, Wärme, chemische Verwandtschaft u. s. w. verursachen den Kreislauf des Wassers und der Luft, die Auflösungen und Niederschläge u. s. w. Es ist deshalb sehr verkehrt, diese ihren nächsten Ursachen nach erkannten Erscheinungen durch noch unerkannte in den organischen Körpern erklären zu wollen. Im Gegentheil, wir müssen bemüht sein, die Erscheinungen des organischen Lebens möglichst auf die bereits erkannten Gesetze der unorganischen Körper zurück zu führen, oder die für dasselbe *besonderen* aufzufinden.

Noch weit schwieriger als die scharfe Scheidung zwischen Unorganischem und Organischem ist aber jedenfalls die scharfe Abtheilung einzelner Gruppen organischer Wesen. Schon allein die scharfe Sonderung zwischen Pflanzen und Thieren hat den Naturforschern viele vergebliche Mühe gemacht. In der That sind auch diese Abtheilungen nur begriffliche, in gewissem Grade

willkürliche. Es ist leicht, einen Baum als Pflanze zu erkennen, einen Löwen als Thier. Aber auf den niedersten Stufen der Organisation besteht zwischen diesen beiden sogenannten Reichen, dem Thier- und Pflanzenreiche, keine größere Kluft, als zwischen den einzelnen Thier- und Pflanzenarten.

Gar vielerlei Unterscheidungen hat man schon versucht, theils hergeleitet aus der chemischen Zusammensetzung, theils aus dem allgemeinen Baue, der inneren Organisation oder der Lebensweise. Aber keiner dieser Unterschiede für sich allein reicht aus.

Ich will Ihnen einige dieser Unterscheidungsmerkmale vorführen: In den Pflanzen finden wir nur Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff als ganz vorherrschende Bestandtheile, in den Thieren gesellt sich dazu auch der Stickstoff. — Die Pflanzen sind ohne sogenannte willkürliche Bewegung und ohne Empfindung an den Boden geheftet, die Thiere empfinden und bewegen sich meist frei, aber nicht alle, viele sitzen fest und wenden sich nur ihrer Nahrung entgegen, was in gewissem Grade auch die Pflanzen thun. — Die Pflanzen nehmen ihre Nahrung beinah mit ihrer ganzen Oberfläche auf, die Thiere meist nur durch eine einzige Oeffnung; das gilt jedoch wieder nicht für alle Thiere und für alle Nahrungsmittel. Luft und Wasser saugen auch die Poren der Haut ein. — Die Pflanzen nehmen aber nur solche Stoffe als Nahrung auf, welche sie wirklich zur Umwandlung in Pflanzenmasse verwenden, sie verdauen gewissermaßen äußerlich, während die Thiere durch den inneren Verdauungsproceß einen Theil der aufgenommenen Nahrung wieder ausscheiden. — Die Zeugungstheile der Pflanzen sind, wenn überhaupt vorhanden, weit vergänglicher als die der Thiere, die nicht nach jedem Gebrauche abwelken.

Sie sehen wohl, es giebt Unterschiede genug, aber sie sind alle nicht ganz scharf und für jeden Fall anwendbar. Lassen Sie mich darum versuchen, Ihnen noch einige in dem Gesetze der Individualisirung beruhende deutlich zu machen.

Organische Geschöpfe entstehen durch Individualisirung der Planetentheile, und zwar vorzugsweise solcher Stoffe, welche sich für gewöhnlich im flüssigen oder gasförmigen Zustande befinden. Eine Annäherung dazu findet schon im Mineral- oder Erdreiche

ſtatt. Der ganze Planet iſt ein großes Individuum, nur kein lebendes, jeder Waſſertropfen, jeder Kryſtall iſt ein kleines vom großen abhängiges. Unabhängiger ſind die Pflanzen, und noch mehr die Thiere. Wo ſich ein beſonderer Mittelpunkt der Schwere im Innern einer gleichartigen oder entſprechenden Maſſe bildet, da beginnt ein Individuum zu entſtehen; die niederſte Stufe der Individualiſirung bewirkt eine Kugel; man findet ſie im Tropfen (dem Bläschen, der Zelle). Die Theile des Tropfens ziehen ſich ſtärker an, als ſie von der Erde angezogen werden; ſie überwinden in gewiſſem Grade die Schwere. Aber die Erdanziehung modelt noch ihre Geſtalt; daher wird jeder Tropfen abgeplattet, wenn er aufruht, und in die Länge gezogen, wenn er anhängt. An die Kugelbildung ſchließt ſich die Kryſtallbildung unmittelbar an; es herrſcht hier nur ein Punkt der Anziehung vor, die Kryſtallaren durchſchneiden ſich alle in einem Punkte, und alle einzelnen Theile ordnen ſich ſymmetriſch um dieſen Punkt; wenn ſie auch nach gewiſſen Richtungen, den Arenrichtungen der Kryſtalle, weiter hervortreten als dazwiſchen, ſo iſt doch der Werth dieſer Richtungen in Beziehung zum Planeten gleich, obwohl der gegenſeitige Werth der Aren kryſtallographiſch verſchieden iſt.

Wo die Anordnung der Theile von einem Punkte aus geſchieht, da kann auch keine normale Stellung der Individuen ſtattfinden. Beim Kryſtall iſt es daher gleichgültig, welche Seite nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtet, und welche nach dem Weltraume gekehrt iſt. Kryſtalle ſtehen in Druſen, Gängen und Gebirgsarten nach allen Richtungen; die normale Stellung, welche ihnen der Kryſtallograph verleiht, iſt eine willkürliche, obwohl ſie zuweilen von der Natur gegeben zu ſein ſcheint, da z. B. die einarigen Kryſtalle beſonders häufig mit der Hauptare normal gegen die Geſteinsoberfläche geſtellt ſind.

Mineralſpecies können zu gleicher Zeit in mehreren regelmäßigen äußeren Geſtalten auftreten; dadurch unterſcheiden ſie ſich weſentlich von allen organiſchen Geſchöpfen. Die Verwandlungen in der Zeit, welche bei den organiſchen Individuen ſtattfinden, ſind bei ihnen gleichſam im Raume an der Geſammtzahl gegeben; ihre regelmäßige Spaltbarkeit vertritt als ſtarre Textur den inneren lebenden Organismus, ſie bleibt ſich innerhalb jeder Art vollkommen gleich.

Die zweite Stufe der Individualisirung ist die um eine Linie herum, die gegen den Mittelpunkt der Erde gestellt ist. Diese Individualisirung ist den Pflanzen eigen; ihre Theile haben sich so frei und unabhängig von der Anziehung der Erde gemacht, daß sie sich, der Richtung der Schwere entgegen, dem Lichte zu erheben; sie sind aber noch fest am Boden und stehen durch die Wurzeln in unmittelbarer Verbindung damit, so daß sie eine Circulation zwischen Erde und Luft, oder in einzelnen Fällen zwischen Erde, Wasser und Luft herstellen. Für schwimmende Pflanzen vertritt das Wasser den Boden. Aus der linearen Entwickelung und dem ungleichartigen Wachsen nach Oben und Unten, läßt sich für alle Pflanzen als ideale Gestalt, in welcher alle die einzelnen Beziehungen enthalten sind, die Eiform entwickeln. Das dicke Ende sitzt im Boden, die Spitze ist gegen den Himmel gekehrt; die dickste Stelle entspricht dem Knoten, von welchem aus Wurzeln und Stengel sich trennen.

Die Theile der Pflanzen sind symmetrisch um eine Linie geordnet, d. h. sie breiten sich um diese Linie herum nach allen Seiten auf gleiche Weise aus, ohne daß eine Seite einen Vorrang vor der anderen hätte; jede durch diese Linie gelegte Ebene theilt die Pflanze in zwei gleichbedeutende Hälften (dies zur Verdeutlichung des Wortes „symmetrisch"). Der Hauptstengel ist in der Regel die Verkörperung dieser Linie, bei einer Pflanze deutlicher als bei der anderen, sehr deutlich z. B. bei vielen Nadelholzarten; wird durch einen Zufall die Spitze gebrochen, so beugt sich einer der oberen Aeste aufwärts, bis er in die Axenlinie des Stammes gelangt ist; von hier aus gerade in die Höhe steigend, vertritt er dann die frühere Spitze und wächst in der Axenrichtung fort. Wo kein Hauptstengel vorhanden ist, muß man sich jene Linie an seine Stelle denken; sie zeigt gegen die Erde ein verschiedenes Oben und Unten, aber (mit Ausnahme einiger für das Sonnenlicht sehr empfänglicher Pflanzen) kein Hinten und Vorn, kein Rechts und Links. Diese planetarischen Beziehungen sind theoretisch für sich allein hinreichend, die Pflanze vom Mineral und vom Thier zu unterscheiden; in Praxi reichen sie aber nicht aus; man muß dann noch andere Merkmale wie die obengenannten zu Hülfe rufen, und dennoch fällt die Bestimmung der Grenze oft schwer.

Die Pflanzen sind dem Gesetze der Spiralbildung unterworfen, vielleicht eine Folge ihrer linearen Ausbildung und ihrer Befestigung am Erdboden; denn durch die Bewegungen der Erde um sich und um die Sonne (welche letztere einem zweiten Pole der Pflanzen entspricht), sind Bedingungen gegeben, welche Spiralbildungen hervorrufen können. Wir finden sie im Innern an den Spiralfasern und außen an der Blattstellung oder an der Windung der ganzen Pflanze entwickelt, welche letztere meist dem scheinbaren Laufe der Sonne folgt.

Der dritte Grad der Individualisirung ist der der Thiere; die Theile überwinden die Anziehung der Erde in noch höherem Grade und reißen sich sogar vom Boden los, indem sie sich *symmetrisch zu beiden Seiten einer beweglichen aufgerichteten Fläche* ordnen. Das entwickelte Nervenleben bringt dazu willkürliche Bewegung hervor.

Zwar sind einige niedere Thiere noch an den Boden geheftet, diese Anheftung ist aber gewissermaßen eine willkürliche; denn bei der Geburt sind sie frei.

Nur bei wenigen Thieren liegen auch die inneren Theile symmetrisch, oder vielmehr doppelt zu beiden Seiten einer Fläche; so bei den Terebrateln und dem Diplozoon, diesem sonderbaren Bewohner der Augen mancher Fischarten. Hier giebt es also kein verschiedenes Rechts und Links, sondern nur ein Oben und Unten, ein Hinten und Vorn. Der größte Theil der Thiere hingegen, besonders alle höher entwickelten, zeigen im Innern (durch Lunge, Herz u. s. w.) ein verschiedenes Rechts und Links, und nur die äußere Form ist dann zu beiden Seiten jener Fläche, die Hinten, Vorn, Oben und Unten durchschneidet, vollkommen gleichwerthig, wiewohl fast nie wirklich gleich.

Je höher die Entwickelung der Thiere ist, desto höher tragen sie den Centralpunkt des Nervensystems, den Sitz des geistigen Lebens — das Haupt — der Mensch am höchsten, senkrecht über dem Fußpunkte.

Die niederen Arten aller drei Reiche nähern sich einander, indem die freie Selbstständigkeit der Individuen sich immer mehr und mehr verwischt. Statt einzelner findet man zusammengehörige Haufen von Individuen: im Irdreiche faserige Kugeln (jede Faser entspricht einem Krystall) und dendritisch pflanzen-

förmige Bildungen. Im Pflanzenreiche rasenförmige Zusammenhäufung der Moose und Flechten. Im Thierreiche steinige Gehäuse; baum-, strauch- und pilzförmige Gruppirung der Zoophyten, pflanzenförmig um eine verticale Linie herum. Gewöhnlich bleibt dann das Zahlenverhältniß der Theile ein Unterscheidungsmerkmal des Organischen vom Unorganischen. Das Gesetz der höheren Symmetrie verlangt eine ungleiche Zahl oder wenigstens eine ungleiche Stellung der gleichen Theile, so daß einem der Theile nicht immer durch seine Beschaffenheit, sondern oft nur durch seine Stellung ein besonderer Werth zukommt. Die Zahl 5 mit ihren Vervielfältigungen ist die vorwaltende in der organischen Welt; sie zeigt sich am Menschen, an den Thieren und an den Pflanzen von besonderem Werthe. Die geraden Zahlen gehören mehr den unorganischen Körpern, den Krystallen an; es entsteht durch sie eine steife Symmetrie, die dem Auge für die Länge der Zeit nicht gefällig sein kann, sowie eine vollkommen symmetrisch gebaute Stadt nur für den ersten Augenblick einen angenehmen Eindruck macht, dann aber langweilt.

Die niederen Thiere und Pflanzen weichen ferner häufig von der normalen aufrechten Stellung ab, und nähern sich dadurch den Individuen des Erdreiches; dies thun sie jedoch nur dann, wenn ein großer Körper ihnen die Stelle des Erdkörpers vertritt, wenn z. B. Flechten oder Moose an einen steilen Felsen geheftet sind, oder wenn sie auf einer Pflanze, einem Thiere als Schmarotzergeschöpfe leben. Es ist dann der Gegenstand, den sie bewohnen, für sie dasselbe, was für die anderen der Erdkörper ist.

Manche niedere Thiere (die einschaligen Mollusken z. B.) nähern sich den Pflanzen durch Spiralbildung; in ihnen ist die symmetrische Fläche keine Ebene, sondern spiralförmig gewunden.

Wie überhaupt in der Natur Alles einer gewissen Stufenreihe unterworfen ist, so sind es auch die einzelnen Geschöpfe in den drei Reichen, und diese drei Reiche selbst, sie schließen sich durch vermittelnde Glieder innig an einander an. Die Eintheilung aller geformten Geschöpfe in Thiere, Pflanzen und Mineralien ist eine rein menschliche Satzung, zu welcher jedoch sehr triftige Gründe hinleiteten; wir haben sie von den ältesten

Naturforschern ererbt und finden sie noch heute sehr passend, wiewohl jene leichten und scharfen Grenzen der früheren Zeit, besonders die zwischen Thier und Pflanze, immer mehr verschwinden, je genauer wir die niederen Organisationsstufen kennen lernen. Auf den höheren Stufen der Organisation sind Thiere, Pflanzen und Erde (Mineralien) scharf getrennt, sowie hier auch die einzelnen Arten sich entfernter stehen, und selbst die Individuen ein und derselben Art schon gewisse unterscheidende Charakterzüge annehmen, die bei den niederen Geschöpfen nicht wiederzufinden sind. Jeder Mensch ist vom anderen zu unterscheiden, schwerer schon ein Adler vom anderen, noch schwerer ein Regenwurm vom anderen. Zwei gleich alte Eichen werden nie ganz gleich sein, weit schwerer dürfte es sein, zwei Pilze einer Art und eines Alters von einander zu erkennen. So endlich ist die Wahrscheinlichkeit weit größer, daß man zwei gleich große einaxige Krystalle derselben Art von einander unterscheiden könne, als zwei gleich große tesserale Gestalten derselben Species.

Auch durch die einzelnen Theile und Lebensstadien der Geschöpfe findet eine Annäherung der drei Reiche statt. Noch kürzlich hat Unger gefunden, daß die Fructificationen einer gewissen Wasserpflanze eine Zeit lang thierisches Leben zeigen, und unverkennbar ist es, daß die am höchsten entwickelten Theile einiger Pflanzen im Aeußern eine gewisse Annäherung zur Thierform zeigen, so z. B. die meisten Dicotyledonenblätter in geringerem, und die sogenannten Schmetterlingsblüthen in höherem Grade. Man kann an ihnen außer dem Oben und Unten wie bei den Thieren auch ein Hinten und Vorn unterscheiden. Dies stört aber die Gesammtform der Pflanze keineswegs, denn zur Axenlinie des Stammes verhalten sich diese Theile noch auf allen Seiten gleich. So finden sich auch an einigen einaxigen Krystallen gewisse Flächen, welche an die Spiralbildung der Pflanzen erinnern, es sind dies die bald rechts, bald links aufsteigenden Trapezoederflächen, z. B. am Quarz, und mehrere Flächen des monoklinometrischen und triklinometrischen Krystallsystems.

Als Resultat der Untersuchungen über den Unterschied der äußeren Formen ergiebt sich unter Anderem auch folgende Gleichung: es verhalten sich die äußeren Gestalten der vielaxigen

Kryſtalle zu denen der einarigen Kryſtalle, zu denen der Pflanzen, zu denen der Thiere wie die Kugel zum Sphäroid, zur Eiform, zur plattgedrückten Eiform mit einem verſchiedenen Vorn und Hinten (d. i. Bohnenform). Es findet alſo, je höher die Grade der Organiſation ſind, eine um ſo höhere Modulation der Kugelform ſtatt.

Weit ſchärfer als die ſogenannten drei Reiche und die großen Abtheilungen in denſelben ſind die Arten geſondert. Ein berühmter Naturforſcher ſagte zwar: „Die Natur macht keine Sprünge." — Das iſt aber nur ſcheinbar, nicht wirklich wahr. Es ſcheint nämlich wahr, inſofern alle Formen und alle Vorgänge in der Natur dem menſchlichen Ueberblicke Uebergänge zeigen und die heterogenſten Geſtalten durch eine Menge Zwiſchenſtufen mit einander verbunden ſind. Aber es bleiben in der Regel ſcharfe Grenzen oder Sprünge zwiſchen ihnen. Die Arten (Species) ſind ſcharf geſondert, ſo ſehr auch alle höheren Abtheilungen (Genera, Ordines, Classes u. ſ. w.) verſchmelzen.

Zwiſchen wirklich verſchiedenen Arten iſt bis jetzt noch nie ein eigentlicher Uebergang beobachtet worden, ja es unterſcheiden ſich dieſelben ſogar in allen ihren kleinſten Theilen; der kleinſte Theil des Kryſtalls an dem Winkel ſeiner Spaltbarkeit, der Hobelſpahn an der Textur ſeines Zellgewebes; das einzelne Haar, oder der kleinſte Splitter eines Zahnes, reichen hin, um durch mikroſkopiſche Unterſuchung eine Thierart wieder zu erkennen. So durch und durch ſind die einzelnen Arten verſchieden, obwohl wir vielleicht annehmen müſſen, daß ſie hiſtoriſch aus einander hervorgegangen ſind.

Man ſpricht viel von höherer und niederer Organiſation. Die einfachere pflegt man die niedere, die mannichfaltigere die höhere zu nennen. Im Menſchen findet ſich die mannichfaltigſte, er iſt der auf der Erde bis jetzt äußerſte Grad der Vollendung — der Schlußſtein der organiſchen Schöpfung.

Ich habe Ihnen im 24. Briefe Einiges über die Reihenfolge geſchrieben, in welcher die organiſchen Formen nach einander auf der Erde entſtanden ſind. Wir erkannten darin eine allmälige Entwickelung vom Niederen zum Höheren. Aber wie die einzelnen Organismen, d. h. die erſten Indi-

Digitized by Google

viduen jeder Art entstanden, das ist noch in tiefes Dunkel gehüllt.

Wenn Sie für jede besondere Form an den Schöpfer der Welt appelliren, so heißt das den Knoten durchhauen, aber nicht lösen. Sie setzen dann eine Annahme an die Stelle einer Erklärung, eben weil Ihnen die letztere fehlt.

Schon vielfach ist von wahren Naturphilosophen die Meinung ausgesprochen und durch Gründe vertheidigt worden: die verschiedenen organischen Formen seien durch allmälige Entwickelung aus einander hervorgegangen. Noch ganz neuerlich hat ein ungenannter Engländer in dem Buche Vestiges of the Natural History of Creation diese Ansicht sehr geistreich zu begründen gesucht, und in der That, sie hat viel für sich, wenn sie auch der Natur der Sache nach noch lange eine bloße Hypothese bleiben wird. Das Gesetz der Organisation der Materie ist bis jetzt überhaupt noch nicht gefunden, seine Resultate sind, wie gesagt, noch nicht in den Kreis des Nothwendigen gezogen. Nehmen wir aber einstweilen an, daß ein solches die Materie beherrschendes Gesetz besteht, daß gewisse Stoffe unter gewissen Umständen zu organischen Formen zusammentreten, so wird die specielle Mannichfaltigkeit dieser Stoffe und Umstände auch die Mannichfaltigkeit der Formen bedingen und sich in ihnen abspiegeln. Unter den einfachsten äußeren Umständen werden die einfachsten, ihnen anpassenden organischen Formen entstanden sein, und wie sich die Umstände änderten und vervielfältigten, so änderten und vervielfältigten sich nach und nach auch die organischen Formen. Wir dürfen dabei nie vergessen, daß die Zeiträume unbegrenzte sind. Wenn auch, so lange der Mensch auf der Erde beobachtet, noch nie recht deutlich die Entstehung einer ganz neuen Art nachgewiesen worden ist, so entstanden doch in diesem verhältnißmäßig kurzen Zeitraume schon häufig den besonderen Umständen entsprechende Varietäten (Abarten, Racen), welche zum Theil schon beinahe besondere Arten genannt werden können.

Zur ungefähren Bestimmung des Alters der Erde sind so wenig Anhaltepunkte gegeben, daß man kaum irgend ein Urtheil darüber zu fällen vermag. So viel läßt sich aber, wenn man nur irgend auf Analogie bauen darf, mit Sicherheit nachweisen,

Google

daß der Zeitraum, in welchem die Erde von Menschen bewohnt wird, beinah unendlich klein ist gegen den ihres Bestehens als Weltkörper. Wir müssen darum bei Beurtheilung geologischer Vorgänge jeden Begriff von Zeit in Voraus verbannen; ob ein Tag oder ob Millionen Jahre zu Erklärung irgend einer Erscheinung nöthig sind, darf keinen Einfluß auf unser Urtheil über dieselbe haben.

In geschichtlicher Zeit hat die Erdoberfläche nicht eine einzige Hauptveränderung erlitten; kaum ein Paar Thierarten sind ausgestorben oder neu entstanden; die mittlere Temperatur des Erdkörpers ist, wie wir durch die scharfsinnigen Berechnungen von Laplace und Furier wissen, seit Hipparch's Zeiten, also seit mehr als 2000 Jahren, nicht um einen einzigen Grad (höchstens um $^3/_{100}$ eines Thermometergrades) verringert worden; nur wenige Vulkane sind erloschen, nur wenige neu entstanden.

Wenn man dagegen das vergleicht, was uns die Geognosie über die präadamitische Zeit schließen läßt, über die Zeit, aus welcher wir weder fossile noch andere Menschenüberreste kennen, so ergiebt sich ein Verhältniß, welches dem einer Stunde zu einem Jahrtausend ähnlich sein mag. Ganze organische Schöpfungen sind zu wiederholten Malen ausgestorben und von Gebirgsschichten bedeckt worden; die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche ist von dem Schmelzgrade aller Stoffe, etwa 2000 bis 3000°, auf ungefähr 12° herabgesunken; hunderttausende von Bergen, die den heutigen Vulkanen entsprechen, sind empor gehoben und erkaltet, ganze Oceane von einer Stelle zur anderen versetzt worden.

Ein Blick in diesen unermeßlichen Zeitraum, der sich hier dem menschlichen Geiste öffnet, gleicht der Anschauung des gestirnten Himmels, wo immer eine Welt hinter der anderen hervorleuchtet.

Beispielsweise will ich Sie nur an einige der Umformungen organischer Wesen erinnern, welche sicher in historischer Zeit stattgefunden haben und welche zum Theil beinah als neue Artenbildungen betrachtet werden können. Ich erinnere Sie daran die meisten unserer Obstsorten und Hausthiere, die zum Theil von ihren bekannten Urformen gänzlich abweichen und für welche zuweilen die Urformen noch gar nicht sicher haben wieder erkannt

werden können. So ist es unsicher, ob unser gemeines Schaf von dem Mufflon (Ovis Musmon) oder von dem Argali (Ovis Ammon) abstammt.

Daß stets und überall die organischen Formen sich den äußeren Lebensumständen entsprechend entwickelt haben, ist eine merkwürdige Thatsache, die, wenn wir sie nach menschlicher Weisheit beurtheilen dürften, den höchsten Grad aller Weisheit voraussetzen ließe. Aber menschliche Weisheit ist eben auch nur ein Product der Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde.

Daß das Pferd den festen Sandboden mit hartem Hufe stampft, der Kernbeißer einen dickeren Schnabel hat als der Mückenfänger, daß der Fisch Flossen, der Vogel Flügel hat; alles das sind zu gewöhnliche Erscheinungen, als daß sie noch unsere Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen vermöchten, und doch sind es eben so merkwürdige Thatsachen, als die einzelnen ungewöhnlicheren Erscheinungen, die wir zuweilen bewundern und in denen man geneigt ist, ganz specifische Beweise höchster Weisheit des Schöpfers zu erblicken. Einen solchen ganz besonderen Fall erzählt Darwin von den Keeling-Inseln, und ich kann mich nicht enthalten, Ihnen denselben zu wiederholen. Es lebt auf diesen Inseln eine sehr große Krebsart (Birgos latro), die sich von Kokosnüssen nährt. Das vordere Paar Beine endigt bei dieser Krabbe in sehr starke und schwere Scheeren, und das letzte Paar in andere, die sehr kurz und schwach sind. Auf den ersten Anblick sollte man es für ganz unmöglich halten, daß ein Krebs eine starke, mit ihrer Hülle bedeckte Kokosnuß öffnen könne. Aber man hat die Operation oft beobachtet. Das Thier fängt damit an, eine Faser nach der anderen von der Hülle zu zerreißen, und immer an dem Ende, unter welchem die drei Augenlöcher der Nuß liegen. Wenn es damit fertig ist, fängt es an, mit den schweren Scheeren auf eins der Löcher zu hämmern, bis es eine größere Oeffnung geschlagen hat. Dann dreht es sich herum und zieht mit Hülfe der hinteren schmalen Scheeren den albuminösen Kern heraus um ihn zu fressen. Das ist gewiß ein höchst merkwürdiger und besonderer Fall von Instinkt sowohl, als von Anpassung des Körperbaues für den besonderen Zweck. Woher weiß

das Thier, daß es nach mühevoller Arbeit einen süßen Kern findet, und auf welcher Seite der Nuß sich die Löcher befinden? Wodurch ist diese eigentlich für das Wasser geschaffene Thierart, wenn man so sagen darf, zuerst auf den Gedanken gekommen, eine Kokosnuß zu öffnen? — Aber ist es nicht im Grunde mit jedem sogenannten Instinkt derselbe Fall!

Wenn Sie nun bedenken, daß diese Koralleninseln, denn solche sind es, offenbar erst in einer geologisch neuen Periode als solche hervorgetreten sind und daß die Palmenvegetation wieder erst weit später sich auf denselben entwickeln konnte, so drängen sich Ihnen gewiß die Fragen auf: hat hier eine früher schon im Meere existirende Krebsart an dem Leben auf dem Lande und an dem Genuß von Kokosnüssen Gefallen gefunden und deshalb durch Tausende von Generationen hindurch ihre ganze Organisation nach und nach so abgeändert, daß sie jetzt dazu geeignet ist, die Nüsse mit verhältnißmäßiger Leichtigkeit zu verzehren? oder ist durch einen besonderen Schöpfungsact für diesen besonderen Zweck ein dazu eingerichtetes Thier erschaffen worden? — Sie sehen wohl, solche Fragen können nicht direct beantwortet werden, aber zu bedenken gebe ich Ihnen die Tausende von minder auffallenden, aber doch analogen Fällen, in welchen die Organisation der Thiere offenbar ganz nach und nach durch Uebung für einen bestimmten Zweck sich abändert, wie der Windhund eine ganz andere Gestalt angenommen hat als der Dachs- oder Fleischerhund, das Rennpferd eine andere als das Frachtpferd. Die Unterschiede beruhen hier vielleicht nur in der Zeit, und ist diese groß genug, so sondert sich nach Tausenden von Annäherungsformen eine dem neuen Zwecke ganz entsprechende Art als selbstständig ab.

Im innigen Zusammenhange mit der Frage über Entstehung der einzelnen organischen Formen steht die vielbesprochene Frage der Urzeugung (Generatio aequivoca oder spontanea), der Zeugung ohne Aeltern. Ob eine solche überhaupt stattfinde oder nicht, kann ebenfalls durch directe Beobachtung nie entschieden werden, aber die meisten besonderen Fälle, welche man nur durch sie erklären zu können glaubte, haben durch gründlichere Beobachtung eine den gewöhnlichen Vorgängen entsprechende Erklärung gefunden.

Ist es richtig, daß die einzelnen organischen Formen durch Einwirkung veränderter äußerer Lebensumstände sich auseinander entwickelt haben, dann ist dies auf's Neue ein Grund gegen die Urzeugung einzelner Individuen, und die Beispiele, welche man für sie angeführt hat, die Entstehung besonderer neuer mikroskopischer organischer Formen auf oder in Producten der menschlichen Industrie, wie Wein, Bier, Essig, gewissen Medicinen u. s. w., ist dann nichts weiter als die Umbildung ursprünglich etwas anderer Formen durch die sehr veränderten äußeren Lebenselemente — eine neue Artenbildung, aber nicht eine älternlose.

Ist die Voraussetzung der allmäligen Entwickelung richtig, so haben wir den Menschen als die höchste Entwickelungsstufe der Organisation zu betrachten, wir können aber nicht wissen, was für ein begabteres Wesen aus einer ferneren vieltausendjährigen Entwickelung noch hervorgehen wird. Daß auch der Mensch sich beständig veredelt hat und noch veredelt, unterliegt gar keinem Zweifel, mögen nun die Verächter des Menschengeschlechtes und seiner Gesittung sagen was sie wollen. Die ganze Weltgeschichte lehrt es. Fähigkeiten, Kenntnisse und Moralität nehmen zu. Den schlagendsten Beweis dafür liefert das beginnende und fortschreitende Erkennen der Weltgesetze. Ein Erkennen, von dem man vor 1000 Jahren noch keine Ahnung hatte, ein Erkennen, welches für die Gesammtheit des Menschengeschlechtes nie wieder verloren gehen kann. Aber örtliche und periodische Rückschritte sind von jeher eingetreten. Einzelne Stämme *blieben zurück* in ihrer Entwickelung oder *gingen zurück* durch Krieg oder gewaltige politische Revolutionen. Nie aber die Menschheit im Ganzen. Dieses theilweise Zurückbleiben oder Zurückschreiten, bedingt durch klimatische Verhältnisse oder durch sociale Ueberstürzungen, ist vermuthlich die Ursache des Unterschiedes der Racen geworden, und etwas Aehnliches kann die Ursache des Unterschiedes aller organischen Formen (Thier- und Pflanzenspecies) sein, wenn wir, wie es der Fall ist, einen ganz unbeschränkten Entwickelungszeitraum annehmen dürfen.

Die Mannichfaltigkeit der äußeren Erdverhältnisse und der Stoffverbindungen hat also nach dieser Theorie die Mannichfaltigkeit der einzelnen Organismen bedingt, und beide haben beständig zugenommen. Wir dürfen aber dabei auch den Um-

ſtand nicht unbeachtet laſſen, daß zwiſchen den einzelnen Arten in der That ſcharfe Trennungen, wahre Sprünge vorhanden ſind. Man kann, wie geſagt, jedes Thier aus dem Bau eines Zahnſplitters oder eines Haares erkennen. So conſequent ſind die Arten durch und durch verſchieden. Wenn ſie ſich daher aus einander entwickelt haben, ſo müſſen gewiſſe Familien derſelben Art durch viele Generationen, beſtimmten äußeren Bedingungen entſprechend, ſtehen geblieben ſein oder ſich auf beſondere Weiſe entwickelt haben, wodurch dann endlich aller Uebergang zwiſchen ihnen verwiſcht wurde.

Der berühmte Chemiker Mulder ſagt: „Die Moleküle der im organiſchen Reiche vorkommenden Stoffe, Kohlen-, Waſſer-, Sauer- und Stickſtoff, ſcheinen unerſchöpflich in dem Vermögen ſich zu vereinigen; die Zahl ihrer Verbindungen iſt unendlich groß. Dieſes Vermögen beſitzen die Grundſtoffe und empfangen es nicht erſt in dem Pflanzen- und Thierkörper; hier wird es nur geweckt.“

Es mag Ihnen vielleicht bedenklich, wenn nicht gar frevelhaft erſcheinen, daß die Naturforſcher ſich überall bemühen, an die Stelle der perſönlichen Thätigkeit eines Schöpfers eine naturgeſetzliche Entwickelung zu bringen. So lange das die ſogenannte todte Welt betraf, in welcher die geſetzliche Ordnung bereits unzweifelhaft iſt, ließen Sie ſich das noch gefallen, weil ſich eben gar nichts dagegen einwenden läßt. Daß man aber jetzt auch das Lebendige und das Geiſtige ſolchen Geſetzen unterordnen will, das erſcheint Manchem gottesläſterlich, wie vor einigen hundert Jahren aſtronomiſche Entdeckungen für ketzeriſch gehalten wurden. Ich begreife dieſen Standpunkt recht wohl, er iſt ein kindlicher. Der Menſch mag ungern die früh eingeimpfte Idee aufgeben, daß ein ihm einigermaßen ähnliches und vergleichbares Weſen die Welt erſchaffen habe und beherrſche. Es iſt das eine Idee, die außer der menſchlichen Eitelkeit gar viele edle Gefühle befriedigt, und die in der Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechtes eine große, eine wichtige Rolle geſpielt hat, bei den Stämmen, die hinter uns zurück ſind, auch noch lange ſpielen wird. Vor den Augen des Naturforſchers löſt ſich aber ein ſolches von Dogmen umgrenztes perſönliches Weſen, in eine weit erhabenere unbegreifliche Grundurſache aller Dinge auf.

Wäre die Moralität der Menschen in der That nur an den Glauben an eine bestimmte dogmatische Gottesidee geknüpft, wie es Manche behaupten, dann wäre das Studium der Naturwissenschaften wirklich gefährlich zu nennen, denn es wird nie mit dem dogmatischen Glauben Hand in Hand gehen. Aber die Moralität ist so sehr an den Entwickelungsgang der Menschheit geknüpft, daß, wenn man von vereinzelten Rückschritten absieht, ihr beständiger Fortschritt unverkennbar ist.

## Sechsunddreißigster Brief.

## Infusorien und Korallen.

„Seitdem ich in den Ansichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organischen Formen nach Maßgabe der Tiefe und Höhe geschildert habe, ist unsere Kenntniß auch in dieser Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „„über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eise der Polarländer““ auf eine überraschende Weise, und zwar nicht durch combinatorische Schlüsse, sondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebenssphäre, man möchte sagen der Horizont des Lebens, hat sich vor unseren Augen erweitert.“

v. H.

Die kleinsten Thierformen gerade sind es, welche die größten äußeren Lebenshindernisse am siegreichsten bekämpfen. Mit unbewaffnetem Auge nicht unterscheidbare Thierchen beleben das Eis der Pole, wie den Firn der höchsten Gebirge; zarte Zoophyten trotzen den heftigsten Wogen und bauen mitten im großen Ocean ihre zierlichen Gehäuse auf, in solcher Ausdehnung und von solcher Dauer, daß sie dem Menschen ein Wohnplatz werden.

Sie haben von dem sogenannten rothen Schnee gelesen, der in hohen Gebirgen wie an den Polen sich entwickelt und kleinen prachtvoll gefärbten Pflänzchen (Sphaerella nivalis), die zwischen den Eiskörnchen keimen, seine Färbung verdankt. Diese rothen Pflänzchen werden zuweilen von Infusorien gefressen, die dann auch roth erscheinen und die man deshalb zuweilen

für die ursprüngliche Ursache des rothen Schnees gehalten hat. Ebenso haben Sie von äußerst kleinen Thierchen gelesen, die man lebend in dem Eise der Polarmeere, wie in dem Wasser dieser Meere aufgefunden hat. — Was dabei besondere Aufmerksamkeit erregen muß, ist die Frage: in welcher Weise sie ihre Nahrung beziehen, und welcher Art dieselbe ist? Sind es überall kleine in Schnee und Eis wachsende Algen wie die Sphaerella nivalis, oder in Wasser gelöste Theile verwester größerer Organismen? Oder sollten wir annehmen können, daß diese Anfänge der Thierwelt wie die Pflanzen ihre Nahrung auch unmittelbar aus der anorganischen Welt aufnehmen, sei es nun im gasförmigen, flüssigen oder staubartigen Zustande?

Die Infusionsthierchen, diese kleinsten Organismen, die das Weltmeer in unglaublicher Zahl bevölkern, sind für die größeren Bewohner des Meeres, von denen sie in unermeßlichen Quantitäten verschlungen werden, wahre Träger des Nahrungsstoffes, sie machen das Wasser an jedem Orte nahrhaft, doch dürfen Sie sich deshalb nicht scheuen, aus einer klaren und kühlen Quelle zu trinken, denn gerade da sind sie nicht. Diese köstliche Labung des Menschen ist frei von unappetitlichen Formen. Uebrigens aber sind sie die breite Grundlage der Organisation des Wassers, wie das die Pflanzen für die Geschöpfe des Landes sind. Wo sie einmal heimisch sind, da vermehren sie sich in solcher Ausdehnung, daß ihre kleinen aus Kieselerde oder kohlensaurem Kalk bestehenden Schalen von jeher durch ihre Anhäufung Gesteinsablagerungen gebildet haben, wiewohl ihre Formen nur in den neueren derselben noch erkennbar sind. Sogar in den Aschenauswürfen der isländischen Vulkane hat Ehrenberg Infusorienschalen gefunden, doch glaubt Bunsen, daß sie nicht aus den Vulkanen, sondern aus großen Sümpfen abstammen, aus denen sie vom Winde aufgeweht und mit der Asche vermischt wurden.

Was die Felsbildung betrifft, so wetteifern mit den Infusorien die Korallen, nur sind sie auf eine kleinere Zone der Erde beschränkt. Aber ihre Bauten sind so merkwürdiger Art, daß Ihnen eine kurze Schilderung derselben gewiß nicht unwillkommen sein wird.

Gewisse Zoophyten, namentlich aus den Gattungen Mille-

pora, Astrea, Mandrina und Caryophylla, leben gesellig, dicht gedrängt neben einander, ja auf einander, und ihre kalkigen Gehäuse, die Korallen, bilden steinige Ueberzüge des Meeresbodens, sogenannte Korallenbänke oder Korallenriffe, welche durch diese Thiere aus einer mäßigen, 100 Fuß nicht viel übersteigenden Tiefe bis zu der Oberfläche des Meeres aufgebaut werden, und zwar, wie es scheint, meist in der Weise, daß in den verschiedenen Tiefen und Localitäten sich verschiedene Korallenarten entwickeln.

Diese Riffe bildenden Korallen sind gegenwärtig auf die Aequatorialzone, zwischen 32° nördlicher und 29° südlicher Breite beschränkt, und bedürfen zu ihrem Gedeihen einen nicht tiefen, festen Boden, bewegtes und Nahrung zuführendes kalkhaltiges Meerwasser. Die Ablagerung schlammiger oder sandiger Niederschläge ist ihrem Leben durchaus hinderlich.

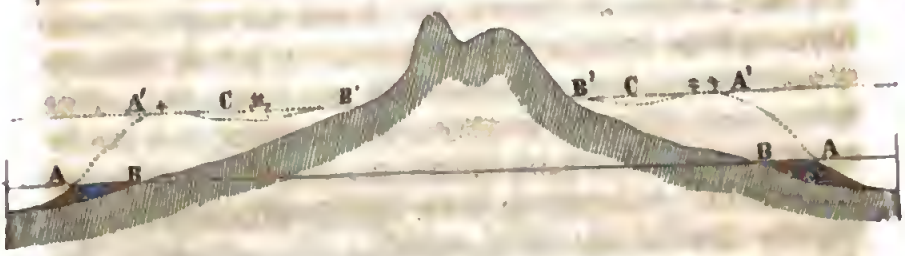
Aus früheren Schöpfungsperioden finden wir die Ueberreste ganz ähnlicher Korallenbauten viel weiter gegen die Pole hin. Ein besonders auffallendes Beispiel hiervon liefern die Korallenfelsen (coral rags) der englischen Juraformation und die Korallenkalksteine der Grauwackengruppe in Skandinavien und Nordamerika, während in diesen Breiten jetzt nirgends riffebauende Korallen angetroffen werden.

Im großen Ocean, im indischen Ocean und im rothen Meere sind die Korallenriffe und Inseln ganz besonders häufige Erscheinungen. Von keinem Naturforscher sind sie gründlicher untersucht und beschrieben worden, als von C. Darwin[8]). Er unterscheidet: eng an die Küsten anschließende Riffe (Fringing reefs), die Küsten in einiger Entfernung parallel umgebende Riffe (Barrier reefs) und Koralleninseln (Atolls, lagoon islands, Ringinseln). Die ersteren sind nach ihm die natürlichen Anfänge der übrigen. Die Korallen beginnen ihren Bau stets nur an felsigen Meeresküsten, wo die äußeren Bedingungen ihnen günstig sind, und wo sie namentlich durch einmündende Flüsse nicht gestört werden.

Solche Küstenriffe findet man häufig im rothen Meere, an der Ostküste Afrika's, an den Küsten Madagascars, Sumatra's, der Philippinen, Salomons-Inseln, Hebriden und Antillen, und wahrscheinlich ist der flache Meeresboden oft auf große

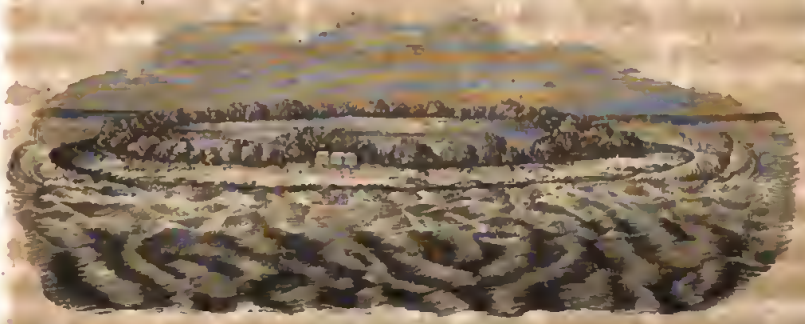
Strecken von ihnen überzogen. Ueberall aber, wo Flüsse in das Meer münden oder andere Umstände den Korallenbau beeinträchtigen, da sind diese Riffe durch offene Canäle unterbrochen. Werden nun aber solche Küstengegenden, an welche die Zoophyten ihre steinigen Gehäuse angebaut haben, durch vulkanische Thätigkeit allmälig oder plötzlich gehoben, so kommen dadurch die Korallenbauten zum Theil oder ganz über den Wasserspiegel, die Thiere sterben und man findet die angefangenen Riffe auf trockenem Lande, wie das in einzelnen Theilen der oben genannten Gegenden häufig der Fall ist. Sie liefern dadurch einen deutlichen Beweis für die Hebung großer Erdkrustentheile.

Ganz anders ist das Resultat, wenn Küstenstriche oder Inselgebiete, in welchen Korallenbauten erfolgen, einer langsamen Senkung unterworfen sind. Denken Sie sich z. B., es sei x ein Korallenriff, welches eine hier im Querschnitt dar-

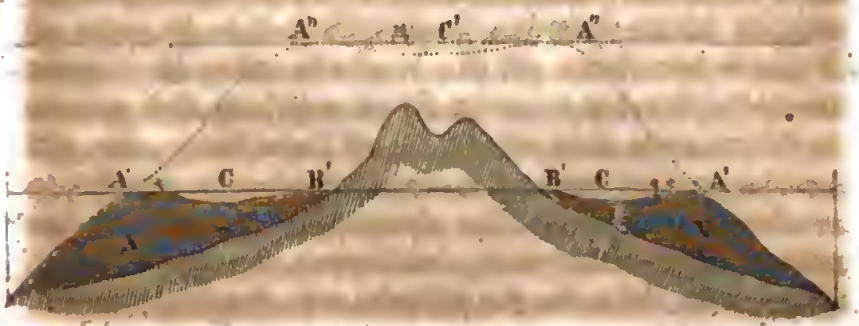



gestellte Insel umgiebt. Dasselbe reicht bis zu dem Meeresspiegel A B empor. Nachdem es aber ungefähr diese Höhe erreicht hat, sinkt die Insel mit dem benachbarten Meeresboden so tief unter den Meeresspiegel, daß dieser nun bis A' B' reicht; auf diese Weise wird es den Korallen möglich, höher und bis zum neuen Meeresspiegel aufzubauen, da aber immer den äußeren Korallen durch die Brandung des Meeres mehr Nahrung zugeführt wird als den inneren in der Nähe der Insel, so erhält das Riff dadurch die in der obigen Zeichnung punktirte Form; es wird dadurch ein der Küste paralleles Riff, zwischen welchem und der Insel das Meer oft so tief ist, daß große Schiffe durch einzelne Oeffnungen des concentrischen Riffs eindringen und zwischen dem Riff und dem Lande ankern können. Darwin hat von solch einer Insel (Bolabola in der Südsee), welche von einem mit Palmen bewachsenen Korallenriff umgeben ist, die nachstehende nette Zeichnung geliefert.

Wenn nun eine solche Insel mit ringförmigem Korallenriff fortwährend niedersinkt, so werden endlich die Meereswogen über ihrem Felsengipfel zusammenschlagen, und wenn das Sinken langsam genug erfolgt, um den Korallen ein beständiges Nachwachsen zur Oberfläche zu gestatten, so wird aus der Felsinsel eine ringförmige Koralleninsel, ein Atoll, ein flacher Landring, der eben nur über den Meeresspiegel emporragt und ein kreisförmiges Meeresbecken umschließt. Darwin hat als Beispiel



hierfür die Whitsunday Insel abgebildet, und den Vorgang des Sinkens und Aufbauens wird Ihnen die folgende Skizze am besten verdeutlichen, wenn Sie dabei x als das Korallenriff im Zustande eines Parallelriffs betrachten wollen, wie es S. 272



punktirt als zukünftig dargestellt ist. Hier ist nun A'' die zukünftige Höhe desselben, nachdem die Felsenspitze der Insel mit dem umgebenden Riff allmälig so tief unter den Meeresspiegel gesunken ist, daß dieser der punktirten Linie gleicht. Ueber dem Felsengipfel ist dann ein kreisförmiges Wasserbecken entstanden, weil stets die äußeren Korallen, durch die Brandung begünstigt, schneller empor wachsen, als die inneren, die, wenn das Becken ganz geschlossen ist, überhaupt nicht mehr nachwachsen können. Solche ringförmige oder kreisförmige Inseln, die eben nur den Meeresspiegel überragen, sowie einzelne von Parallelriffen umgebene Felsinseln finden sich zu vielen Tausenden in gewissen Regionen des stillen und des indischen Oceans. Die wichtigsten der hierzu gehörenden Inselgruppen sind im indischen Meere die Laccadiven, Maldiven, Lagos und Sava de Malha, im stillen Ocean die Carolinen, Marshal-Inseln, Gilberts-Inseln, Societäts-Inseln und die niederen Inseln. Sie nehmen mit ihren Zwischenräumen außerordentlich große Flächenräume ein; sollten sie später einmal durch Wanderung der vulkanischen Thätigkeit mit ihrem Grunde über den Meeresspiegel erhoben werden, so müßten sie eine über Tausende von Quadratmeilen verbreitete, ziemlich gleichmäßige Korallenformation darstellen, deren einzelne isolirte Emporragungen man leicht für Ueberreste eines ursprünglich über den ganzen Flächenraum hin zusammenhängenden sehr mächtigen Lagers halten könnte, was sie jedoch nie waren. Vor solchem Irrthume werden wir uns demnach auch bei Beurtheilung vorweltlicher Korallenriffe zu hüten haben, deren Analogie mit den lebenden noch nicht hinreichend untersucht und gewürdigt worden ist.

Man hat lange die wunderbare Erscheinung dieser flachen und meist ringförmigen, oft wieder in Kreise geordneten Inseln nicht zu deuten vermocht. Da das Meer nahe bei ihnen oft Tausende von Fußen tief ist, so glaubte man, die Korallen hätten dieselben aus so großen Tiefen aufgebaut, was gänzlich im Widerspruche steht mit der Natur dieser Thiere, die, wie erwähnt, nicht mehr als etwa 100 Fuß tief unter der Wasseroberfläche leben können. Dies einsehend, meinte man, die Zoophyten hätten untermeerische kreisförmige Kraterränder vorgefunden, auf denen sie sich festsetzten und ihre Form bis zur

Oberfläche fortführten. Aber diese und ähnliche Deutungen treten ganz in den Hintergrund gegen die von Darwin gegebene Erklärung der Sache, die mit der Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit in denselben Gegenden vollkommen übereinstimmt. Die gehobenen, trocken liegenden Korallenriffe fallen stets mit vulkanischen Gegenden zusammen, und die ringförmigen, die ihre Beschaffenheit dem Sinken des Bodens verdanken, bilden abgesonderte Gebiete, die von jenen Regionen der Erhebung getrennt liegen.

Sie sehen hier ein merkwürdiges Ineinandergreifen einer der großartigsten unter den physikalischen Thätigkeiten des Erdkörpers mit dem unermüdlichen Lebensproceß kleiner unscheinbarer Organismen, die nur dadurch, daß Milliarden von Individuen Millionen von Jahren in demselben Sinne wirken, ein großes Resultat hervorbringen.

Noch ein Bedenken muß ich Ihnen lösen. Die Korallen können nur unter dem Wasser leben, Sie werden also sehr natürlich fragen, wie können ihre Bauten bewohnbare Inseln bilden, die sich doch mehrere Fuß über den mittleren Fluthstand des Wassers erheben. A. v. Chamisso hat das trefflich auseinandergesetzt. „Ist das Riff bis zu der Höhe gelangt, daß es bei niedrigem Wasserstande zur Zeit der Ebbe fast trocken wird, so hören die Korallen auf, höher zu bauen. Muschelschalen, Korallenbruchstücke, Seeigelschalen und deren abgefallene Stacheln vereinigt die brennende Sonne durch den bindenden Kalksand, der durch Zerreibung jener Schalen entstand, zu einem allgemeinen Ganzen, zu einem festen Steine, der, allmälig verstärkt, an Dicke zunimmt, bis er endlich so hoch wird, daß nur noch in einigen Jahreszeiten hohe Fluth ihn bedeckt. In der Trockenheit durchglüht die Sonne die Steinmasse so sehr, daß sie an vielen Stellen spaltet und sich in Schichten ablöst. Durch Brandungen bei hohen Fluthen werden diese getrennten flachen Steine gehoben und aufeinander gethürmt. Die immer geschäftige Brandung wirft Korallenblöcke und Seethierschalen zwischen und auf die Grundsteine. Nun bleibt auch der Kalksand ungefährdet liegen und bietet dem strandenden keimenden Pflanzensamen einen schnell treibenden Boden zur Beschattung eines weißen blendenden Grundes dar. Auch ganze

Baumstämme, von anderen Ländern und Inseln durch die Flüsse entführt, finden hier nach langer Irrfahrt ihren endlichen Ruheplatz. Mit diesen kommen kleine Thiere, Insecten, Eidechsen u. dgl. als erste Bewohner an. Ehe noch die Bäume sich zu einem Walde vereinigen, nisten hier die eigentlichen Seevögel, verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu den Gebüschen, und ganz spät, nachdem die Schöpfung längst geschehen, findet sich auch der Mensch ein, schlägt seine Hütte auf der fruchtbaren Erde, die durch Verwesung von Baumblättern entstand, auf, und nennt sich Herr und Besitzer dieser Welt."

Die Koralleninseln entstehen aber nicht nur, sie vergehen auch wieder. Wenn die Thätigkeit und das Leben der Korallen allmälig erlischt, was durch irgend eine Aenderung der äußeren Lebensbedingungen, z. B. der Strömungen des Meeres, veranlaßt werden kann, so wird alles Hervorragende nach und nach von der Brandung zerstört, die Inseln werden in untermeerische Bänke verwandelt, die Ringform geht theilweise verloren, das Becken wird mit Sedimenten erfüllt. Es würde schwierig sein, sie dann im wieder gehobenen Zustande noch als einstige Ringinseln zu erkennen.

Ich kann diesen Brief nicht besser schließen, als mit einer Stelle Darwin's[8]): „Der Ocean schont keineswegs den Korallenfelsen; die großen, über das Riff zerstreuten und auf dem Ufer angehäuften Trümmer, zwischen denen die großen Kokosbäume entspringen, beweisen deutlich die unaufhörliche Gewalt seiner Wogen. Auch giebt es keine Periode der Ruhe. Die lange Schwellung, die von der leisen, aber stetigen Wirkung des beständig in einer Richtung über eine ungeheuere Fläche wehenden Passatwindes hervorgerufen wird, verursacht brandende Wogen, die an Heftigkeit selbst die unserer gemäßigten Zone übertreffen und niemals zu rollen aufhören. Es ist unmöglich, diese Wellen zu sehen, ohne die Ueberzeugung zu gewinnen, daß jede Insel, möchte sie nun aus dem härtesten Felsen, aus Porphyr, Granit oder Quarz bestehen, am Ende zerstört werden müßte. Und doch stehen diese niedrigen, unbedeutenden Koralleninseln und gehen siegreich aus dem Kampfe hervor — sie wachsen sogar; aber hier nimmt eine andere Kraft, als Gegensatz zu der ersteren, Antheil an dem Streite. Die

organiſchen Kräfte ſcheiden die Atome des kohlenſauren Kalks nach einander aus den ſchäumenden Brechwogen und vereinigen ſie zu einem ſymmetriſchen Bau. Mag der Sturm die Maſſe in tauſend große Trümmer zerbrechen, was will das heißen gegen die vereinigte Arbeit von Myriaden von Architekten, die Tag und Nacht, Jahr aus, Jahr ein, arbeiten! Ein weicher und gelatinöſer Körper eines Polypen beſiegt durch die Wirkung der Lebensgeſetze die große mechaniſche Kraft der Wogen eines Oceans, denen weder die Kunſt der Menſchen, noch die lebloſen Werke der Natur mit Erfolg widerſtehen könnten."

## Siebenunddreißigſter Brief.

## Gleichgewicht des organiſchen Lebens.

„Es herrſcht in der ewigen Nacht der oceaniſchen Tiefen vorzugsweiſe das Thierleben, während auf den Continenten, des periodiſchen Reizes der Sonnenſtrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meiſten verbreitet iſt. Der Maſſe nach überwiegt im Allgemeinen der vegetabiliſche Organismus bei weitem den thieriſchen auf der Erde. Was iſt die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volumen dichtgedrängter rieſenmäßiger Baumſtämme von 8 12 Fuß Durchmeſſer in dem einzigen Waldraume, welcher die Tropenzone von Südamerika zwiſchen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio de Madeira füllt!" v. H.

In der organiſchen Schöpfung beſtehen beſtimmte nothwendige Verhältniſſe der Verbreitung der einzelnen Formen. Ein mittleres Verhältniß, ein Gleichgewicht z. B. zwiſchen Pflanzen- und Thierarten. Jede Ueberſchreitung des mittleren Verhältniſſes führt eine Vernichtung des Ueberwiegenden nach ſich, dieſe befördert das Ueberwiegen einer anderen Art, bis auch dieſe die äußerſte Grenze überſchritten hat und dem Geſetze theilweiſer Vernichtung erliegt. So ſchwanken die Verbreitungsverhältniſſe beſtändig um mittlere Werthe auf und ab. Dieſe mittleren Werthe werden aber bedingt durch Nahrung und Raum.

Ganz allgemein halten Pflanzen und Thiere ſich im Gleich-

gewicht, und wenn Sie berücksichtigen, daß die Thiere aus der Luft vorzugsweise den Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure bilden, die Pflanzen dagegen Kohlenstoff absorbiren und Sauerstoff ausathmen, so werden Sie schon hierin die Nothwendigkeit eines solchen Gleichgewichtes erkennen, abgesehen davon, daß eine große Zahl der Thiere auf Pflanzennahrung, die übrigen auf Pflanzenfresser als Nahrung angewiesen sind, und daß dagegen die Pflanzen der durch den thierischen Organismus zersetzten Stoffe bedürfen, sei es nun, daß sie dieselben aus der Luft oder aus dem Boden aufnehmen. Genug, wir finden die wesentlichen Bestandtheile der Organismen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in einem beständigen Kreislaufe durch die verschiedenartigsten organischen Formen und sich beständig unter neuen Verhältnissen mit einander verbindend, aber nie ihr gegenseitiges Verhältniß ändernd. — Das ist die Statik des organischen Lebens.

Der Masse nach überwiegen, wie es scheint, die Pflanzen, selbst wenn man die Bewohner des weiten Oceans einrechnet, die Thiere, aber dieses Ueberwiegen ist eben ein nothwendiges, da der Umbildungsproceß der Stoffe in den Pflanzen langsamer erfolgt als in den Thieren.

Die Regelung aller dieser Verhältnisse ist bedingt durch die Art der Fortpflanzung, Ernährung und Lebensdauer der einzelnen Organismen.

Für die Fortpflanzung der Pflanzen und Thiere ist um so reichlicher, um so verschwenderischer gesorgt, je mehr und je größere Hindernisse dem Aufkommen der Jungen im Wege stehen, oder man muß diesen Satz vielleicht richtiger so ausdrücken: je reichlicher die Fortpflanzung erfolgt, desto mehr Feinde derselben sind zur Entwickelung gekommen; desto mehr Thiere haben sich an diese besondere Brut- oder Samenart als Nahrung gewöhnt.

Das Säugethier, dessen Nachkommen durch Größe und meist auch durch die Pflege der Aeltern gegen viele Feinde geschützt sind, bringt nur wenig und verhältnißmäßig selten Junge hervor. Bei vielen niederen Thieren dagegen steigt die Zahl der Fortpflanzung ins Unglaubliche, aber in derselben Weise nehmen auch die Feinde derselben zu. Die gewöhnliche Muschel

unserer Teiche bringt in einem Jahre mehrere Millionen Eier zur Welt [21]); der Regenwurm soll in seinem Eierstocke 64 Millionen Eier haben; ein Infusionsthierchen kann sich nach Ehrenberg in einer Woche auf 13 Millionen vermehren, und eine andere Art besitzt das Vermögen, sich alle Stunden zu theilen und so durch Theilung fortzupflanzen. Nach der zweiten Stunde sind es daher 4, nach der dritten 8, nach der vierten 16 u. s. w. Man hat nun zum Scherz ausgerechnet, daß, wenn die Theilung wirklich so fortgehen könnte, diese aus einem Individuum entstandenen Thierchen nach 14 Tagen schon einen Raum, so groß als unser Erdball einnehmen würden, und eine Stunde später natürlich so groß als zwei Erdbälle.

Der Bandwurm, dieses lästige Geschöpf, birgt in jedem seiner zahlreichen Glieder einen Eierstock mit unzähligen Eiern; diese gelangen durch die Excremente in die Außenwelt und vertheilen sich über unzählige Gegenstände. Millionen gehen verloren, aber wo auch nur ein einziges mit der Nahrung in einen krankhaft dazu disponirten Organismus gelangt, da entwickelt es sich zu dieser abscheulichen Plage.

Einzelne Thierarten, namentlich Insecten, nehmen zuweilen, wie Sie wissen, durch besondere klimatische oder andere Umstände begünstigt, in solchem Grade überhand, daß sie gewissen Pflanzenspecies, die ihnen als Nahrung dienen, mit Vernichtung drohen. So die Heuschrecken der Steppengegenden, gewisse Raupen (und Schmetterlinge) oder kleine Käfer, wie die den Nadelholzwäldern so gefährlichen Borken- und Rüsselkäfer. Die meisten dieser Thiere führen aber auch sogleich die natürlichen Feinde ihres Geschlechts im Gefolge nach sich, die, durch reichliches Futter begünstigt, schnell überhand nehmen und dann einen erfolgreichen Vernichtungskrieg führen, dem sie endlich selbst unterliegen, nachdem sie ihrer eignen Brut die Nahrung weggefressen haben.

Ein solcher Vorgang läßt sich z. B. sehr regelmäßig bei dem Auftreten der sogenannten Nonne, einer den Kieferwäldern sehr gefährlichen Raupe verfolgen. In ihre Puppe legt eine Schlupfwespe (ein Ignеumon) ihre Eier, wodurch natürlich die Entwickelung des Schmetterlings verhindert wird, denn die kleinen Maden fressen ihn auf, ehe er auskriegt. Hat nun die

Kiefernraupe sich einige Jahre stark vermehrt und ganze Waldstrecken abgefressen, dann ist sicher allemal auch eine große Vermehrung jener Schlupfwespen eingetreten, und diese vernichten durch ihre Brut alle Puppen; ist aber das geschehen, dann finden auch die Igneumonen keine Puppen mehr für ihre Eier vor, sie müssen sie an ungeeigneten Orten ablegen, und nun kommt die Reihe der Vernichtung an sie.

Auf dieselbe oder auf ähnliche Weise wird in sehr vielen Fällen das Gleichgewicht der Organismen aufrecht erhalten. Selbst beim Menschen treten Hungerpest und Kampf als Folgen der Uebervölkerung ein. Eines folgt immer nothwendig aus dem Anderen.

## Achtunddreißigster Brief.

## Geographie der Pflanzen und Thiere.

„Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verschiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, also nach der Gestaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren ist es ein wichtiger Unterschied ihrer Lebensweise, ob sie isolirt (vereinzelt) oder gesellig lebend gefunden werden.“ v. H.

Die Geographie der Pflanzen und Thiere ist einer der Wissenschaftszweige, deren erste Ausbildung wir dem Verfasser des Kosmos verdanken. Er hat, den Andeutungen Tournefort's folgend, zuerst gezeigt, daß die zonenartige Vertheilung der Pflanzen und Thiere vom Aequator nach den Polen zu, sich wie die mittleren Temperaturen einigermaßen wiederholt beim Aufsteigen in hohe Gebirge.

Auf die Region der Bananen und Palmen folgen in der tropischen Andeskette wie auf Teneriffa und in einem Theile des Himalaja die Laubhölzer und Cerealien, dann die Nadel-

hölzer, Zwergbäume, Gräser, Moose und Flechten. Gerade so reihen sich die horizontalen Zonen gegen die Pole hin an einander; wenn auch die Pflanzenarten nicht genau dieselben sind, der Charakter der Vegetation ist derselbe. Aber auch für die horizontalen Zonen besteht nur eine Uebereinstimmung des allgemeinen Charakters, nicht der einzelnen Arten. Man kann sehr leicht eine Menge tropische oder polare Thierformen unterscheiden von denen der gemäßigten Zonen, aber es sind andere Arten in Amerika, in Asien und in Afrika; andere an den Ost- und Westküsten der Continente; andere im Innern der Festländer, an ihren Küsten und auf den Inseln.

Ueberall mit den äußeren Lebensbedingungen ändern sich auch die organischen Formen, doch drückt die Temperatur als eine vorzugsweise wichtige Lebensbedingung gewisse durchgreifende, herrschende Charaktere auf. Im Affen, im Papagei und Crocodil, in der Palme und im Cactus, erkennen wir ohne Weiteres, ich möchte sagen instinktartig, Resultate eines warmen Klima's.

Der Unterschied der Formen je nach Wärmezone und sonstiger Oertlichkeit steht offenbar im innigsten Zusammenhange mit der Entstehung der Arten, und stimmt ganz überein mit der Annahme allmäliger Entwickelung. Ueberall entstand das den örtlichen Verhältnissen Angemessene, verbreitete sich aber von dem Entstehungsorte weiter und weiter, soweit nur irgend die äußeren Verhältnisse es erlaubten.

Die Mittel der Weiterverbreitung organischer Formen sind oft ganz abenteuerlicher Natur. Wie das bewegliche Thier sich über eine Festlandoberfläche ausbreiten, der Vogel nicht allzu breite Meeresarme überfliegen, der Wasserbewohner durch Strömungen weit hin vertheilt werden kann, das liegt zu nahe, um es noch einer besonderen Beachtung zu würdigen. Auch die Vertheilung leicht fliegender Pflanzensamen, wie der des Löwenzahns und der Silberpappel, durch Winde, ist leicht einzusehen, und man kann sich höchstens wundern, daß nicht längst die ganze Erde mit solchen Pflanzen bedeckt ist. Sie würde es sein, diese Pflanzen würden die anderen unterdrücken, wenn nicht ihrer übermäßigen Verbreitung klimatische und örtliche Feinde entgegenständen.

Wie aber die weit vom Lande entlegenen Inseln bevölkert worden sein können, wenn man nicht annehmen darf, daß all' ihr Leben auf ihnen selbst entstand, das ist oft weit schwieriger zu erkennen und verdient eine genauere Untersuchung. Diese hat indessen gezeigt, daß auch hierbei alles mit natürlichen Dingen — d. h. naturgesetzlich — zugeht. Vor Allem dürfen wir bei Beurtheilung des gegenwärtigen Zustandes nicht die mehr als tausendjährige Cultur des Menschen außer Acht lassen, der auf stolzem Fahrzeug nicht nur seine heimathlichen Pflanzen und Hausthiere weit hin über die Erde verbreitet, sondern auch unabsichtlich eine Menge lästiger Insecten und für ihn nutzloser Pflanzen (sogenannter Unkräuter) zu wahren Weltbürgern gemacht hat. Manche von diesen Geschöpfen heften sich unwiderstehlich an seine Fußtapfen, und das haben die Urbewohner Amerika's sehr treffend durch die Benennung einer Pflanze ausgedrückt, die den Europäer auf allen seinen Ansiedelungen in ihrem Vaterlande begleitet. Unser gemeines Wegebreit nennen sie, poetisch genug, „die Fußtapfen der Weißen."

Aber außer dem Menschen haben die Strömungen der Luft und des Meeres, der Wandertrieb der Thiere und selbst geologische Ereignisse: Hebungen oder Senkungen des Landes, Verbindung des früher Getrennten, oder Trennung des früher Verbundenen, zu der gegenwärtigen Vertheilung der Pflanzen und Thiere beigetragen.

Charles Darwin[8]) hat von der organischen Bevölkerung der Keeling-Inseln und einiger ähnlicher Korallengebäude im indischen und stillen Meere eine so lehrreiche Schilderung geliefert, daß ich nicht umhin kann, Ihnen dieselbe hier einzuschalten.

„Die Naturgeschichte dieser Inseln, von der ich hier eine Skizze geben will, hat wegen ihrer Armuth ein besonderes Interesse. Der Kokosnußbaum scheint auf den ersten Anblick den ganzen Wald zu bilden; es giebt aber noch fünf oder sechs andere Baumarten. Eine von diesen wird sehr groß, ist aber wegen der ausnehmenden Weichheit des Holzes nutzlos; eine andere Art giebt gutes Schiffbauholz. Außer diesen Bäumen ist die Zahl der Pflanzen sehr beschränkt und unbedeutend. Meine Sammlung, die wohl die ganze Flora begreift, enthält zwanzig

Arten, und außerdem noch ein Moos, eine Flechte und einen Pilz. Hierzu kommen noch zwei Bäume; der eine davon war nicht in Blüthe, und von dem anderen hörte ich nur sprechen. Er ist der einzige Baum seiner Art in der ganzen Inselgruppe und wächst nahe am Strande, wohin ohne Zweifel sein Same von den Wogen getragen wurde. In dieses Verzeichniß ist nicht eingeschlossen das Zuckerrohr, die Banane, einige andere Gemüsearten, Obstbäume und eingeführte Gräser. Da diese Inseln ganz aus Korallen bestehen, und früher wohl nur ein vom Meere bespültes Riff waren, so müssen alle jetzt hier lebenden Producte von den Wellen der See herbeigeführt worden sein. In Uebereinstimmung hiermit hat diese Flora ganz den Charakter eines Zufluchtsortes für Heimathlose; ich höre vom Professor Henslow, daß von den zwanzig Arten neunzehn zu verschiedenen Gattungen gehören, und diese zu nicht weniger als sechzehn verschiedenen Ordnungen!

In Holman's Reisen (Vol. II. p. 378) wird auf die Autorität von Mr. A. C. Keating, der zwölf Monate auf diesen Inseln verweilte, von vielen Samen und anderen Körpern erzählt, die an's Ufer gewaschen wurden. „Samen und Pflanzen von Sumatra und Java sind mit der Brandung auf die Windseite der Inseln geworfen worden. Unter diesen befanden sich der Kimiri, einheimisch auf Sumatra und der Halbinsel von Malacca; die Kokosnuß von Balci, kenntlich durch ihre Gestalt und Größe; die Dadaß, die von den Malayen mit der Pfefferrebe gepflanzt wird, indem die letztere sich um ihren Stamm windet und sich durch ihre Stacheln unterstützt; der Seifenbaum, die Ricinusölpflanze; Stämme von der Sagopalme und verschiedene Arten von Samen, die den auf den Inseln angesessenen Malayen unbekannt waren. Von allen nimmt man an, daß sie durch den Nordwest-Monsun nach der Küste von Neuholland, und von dort durch den Südost-Passat auf diese Inseln getrieben wurden. Große Massen von dem Thekabaum von der Insel Java und Gelbholz sind auch gefunden worden, außerdem große Stämme von rother und weißer Ceder und des Eucalyptus von Neuholland, und zwar in vollkommen gesunder Beschaffenheit. Alle dauerhaften Samen, wie die der Schlingpflanzen, behalten ihre Keimkraft, aber die weicheren Arten,

unter denen sich der Mangostin befindet, werden auf dem Wege zerstört. Fischkähne, dem Anschein nach von Java, sind bisweilen an's Ufer geschwemmt worden." Die Samen, die also aus verschiedenen Ländern über den Ocean getrieben werden, sind darum sehr zahlreich. Professor Henslow glaubt, daß fast alle Pflanzen, die ich von dieser Insel gebracht habe, gewöhnliche Uferpflanzen von dem ostindischen Archipelagus sind. Nach der Richtung der Winde und Strömungen scheint es indessen kaum möglich, daß sie in einer geraden Linie von dort gekommen sind. Wenn sie, wie Mr. Keating mit Wahrscheinlichkeit vermuthet, zuerst nach der Küste von Neuholland und von dort zurückgetrieben worden sind, zusammen mit den Producten dieses Landes, so müssen die Samen vor ihrem Keimen zwischen 1800 und 2400 engl. Meilen weit getrieben worden sein.

Chamisso sagt in seiner Beschreibung der Radackgruppe, die in dem mittleren Theil des westlichen Stillen Oceans liegt, daß „das Meer diesen Inseln die Samen und Früchte von manchen Bäumen bringt, von denen die meisten noch nicht hier gewachsen sind. Aber der größte Theil dieser Samen scheint noch nicht seine Keimfähigkeit verloren zu haben." Es wird auch gesagt, daß Stämme von nördlichen Fichten an's Ufer gewaschen werden, die von einer ungeheuren Entfernung hergekommen sein müssen. Diese Thatsachen sind sehr interessant. Es kann nicht bezweifelt werden, daß, wenn Landvögel die Samen aufpickten, wenn sie zuerst an's Ufer geworfen würden, und auf einen für ihr Wachsthum angemesseren Boden trügen als diese lockeren Korallenblöcke, so würde diese Insel trotz ihrer Abgeschlossenheit bald eine reichere Flora besitzen.

Das Verzeichniß von Landthieren ist noch ärmer, als das der Pflanzen. Einige von den Inseln sind von Ratten bewohnt, und man kennt ihren Ursprung von einem Schiffe von Mauritius, das hier Schiffbruch litt. Diese Ratten sind etwas verschieden von der englischen Art; sie sind kleiner und heller gefärbt. Es giebt keine wirklichen Landvögel; denn eine Schnepfe und eine Ralle (Rallus phillippensis), obgleich sie ganz unter dem trockenen Gesträuch leben, gehören zu der Ordnung der Sumpfvögel. Vögel dieser Ordnung sollen auf mehreren der niedrigen Inseln des Stillen Oceans vorkommen. In Ascen-

sion wurde ein Wasserhuhn (Porphyrio simplex) nahe an dem Gipfel des Berges geschossen, und es war offenbar ein einsamer Herumzügler. Ich glaube hiernach, daß die Sumpfvögel die ersten Ansiedler auf jedem Lande nach den zahllosen, mit Schwimmfüßen versehenen Arten sind. Wo ich nur Vögel weit aus im Meere bemerkte, die keine Seevögel waren, gehörten sie immer zu dieser Ordnung: und darum müssen sie natürlicher Weise die ersten Ansiedler eines entfernten Landes bilden.

Von Reptilien sah ich nur eine kleine Eidechse. Von Insecten sammelte ich sorgfältig jede Art. Ausschließlich der Spinnen, die zahlreich waren, gab es dreizehn Arten. Diese gehörten zu den folgenden Ordnungen: Coleoptera, eine Art eines kleinen Flater; Orthoptera, eine Gryllus und Blatta; Hemiptera eine; Homoptera zwei; Neuroptera, eine Chrisopa; Hymenoptera, zwei Ameisenarten; Lepidoptera Nocturna, eine Diopäa und ein Pterophorus (?); Diptera, zwei. Eine kleine Art Ameise schwärmte bei Tausenden unter den lockeren, trockenen Korallenblöcken, und war das einzige häufige wahre Insect. Obgleich die Landesproducte solchergestalt sparsam sind, so war doch die Zahl der lebenden Wesen in dem umgebenden Meere fast unendlich.

Chamisso hat die Naturgeschichte von Romanzoff beschrieben, einer Laguneninsel in der Radackgruppe. Die Zahl und Art der Producte ist fast ganz dieselbe, wie auf den Keeling-Inseln. Es wurdeeine kleine Eidechse gesehen; Sumpfvögel (Numenius und Scolopax) waren zahlreich und sehr zahm. Von Pflanzen fand er neunzehn Arten, mit Einschluß eines Farrenkrauts, und einige von diesen waren dieselben Arten, wie die, welche ich hier sammelte, obgleich die Insel in einem verschiedenen Ocean gelegen ist.

Diese Streifen von Land sind nur bis zu der Höhe erhoben, bis zu welcher die Brandung Trümmer werfen und der Wind Sand aufhäufen kann. Sie werden dadurch beschützt, daß das Riff nach Außen und seitwärts wächst, und auf diese Weise die Wogen bricht. Der Anblick und die Beschaffenheit dieser Inselchen dringen unserm Geist den Gedanken auf, daß das Land und der Ocean sich hier um die Herrschaft streiten: obgleich das Festland einen Boden gewonnen hat, so halten die

Bewohner des anderen Elementes ihre Ansprüche für wenigstens ebenso gegründet. In jedem Theile begegnet man Einsiedlerkrebsen von mehr als einer Art, die auf ihrem Rücken die Schneckenhäuser tragen, die sie auf dem benachbarten Strande gestohlen haben. Ueber unserem Kopfe sind die Bäume von Fregattvögeln und Seeschwalben bedeckt, Alles ist voll von Nestern, und selbst die Atmosphäre hat davon einen eigenthümlichen Geruch. Die Tölpel sehen von ihren kunstlosen Nestern auf den Eindringling mit einer dummen und doch bösen Miene herab. Diese Vögel sind, wie ihr Name ausdrückt, dumme kleine Geschöpfe. Aber es giebt hier auch einen lieblichen Vogel, dies ist eine kleine, schneeweiße Seeschwalbe, die auf Armeslänge sanft vor uns auf- und niederwiegt, und mit ihrem großen, schwarzen Auge uns ruhig anblickt. Es gehört nicht viel dazu, sich einzubilden, daß ein so leichter und zierlicher Körper von irgend einem herumwandernden Elfen bewohnt sei."

Sehr merkwürdig ist in dieser Beziehung auch die Bevölkerung der Galopagosinseln, die eine kleine Welt für sich zu bilden scheint. Die Thiere, die hier leben, lassen sich trotz ihrer specifischen Abweichung zum Theil noch auf Bewohner Amerika's zurückführen, aber alle haben sie den neuen Lebensverhältnissen entsprechende Gewohnheiten und Lebensformen angenommen.

Als Säugethiere sind nur eine große Maus (Mus Galopagoensis) und eine Ratte zu nennen, welche letztere vermuthlich von der englischen abstammt, aber von ihr abweicht.

Darwin fand 26 Arten Landvögel, mit Ausnahme einer einzigen alle neu, und nur diesem Theile der Welt angehörig, aber mit amerikanischen Arten verwandt. Weniger abweichend sind die Sumpf- und Wasservögel. Die einzige Mövenart dieser Inseln ist jedoch ganz neu.

Die Abtheilung der Reptilien ist nicht durch viele Arten, aber durch sehr zahlreiche Individuen vertreten. Es giebt mehr als eine Art Meerschildkröten, einige Landschildkröten, vier Arten Eidechsen, von denen drei viel im Meere leben, wie die Saurier der Vorwelt, und ebenso viele Arten Schlangen.

Die Landeidechse (Amblyrhynchus subcristatus Gr.) ist merkwürdiger Weise auf die centralen Inseln des Archipelagus beschränkt, und es scheint deshalb beinahe, als wenn diese Art im

Mittelpunkte des Archipelagus entstanden sei, und sich von da bis jetzt erst nur auf eine gewisse Entfernung über die nächsten Inseln verbreitet habe.

Frösche und Kröten fehlen ganz, vielleicht weil ihre Eier zu weich sind, um vom Meere unbeschädigt transportirt zu werden. Auch Insekten sind nur sehr wenig vorhanden, und sie tragen mehr einen europäischen, als einen tropischen Charakter zur Schau. Sie werden, wie es scheint, vertreten durch eine große Zahl von Landmuscheln und Schnecken, was sehr ähnlich auf den Sandwichinseln der Fall ist. Sie sind ganz auf diesen Archipelagus beschränkt. Darwin schließt seine Bemerkungen mit den Worten: „Die angeführten Thatsachen beweisen zur Genüge, daß mit Ausnahme einiger weniger Wanderthiere fast alle, und, wie ich glaube, auch die Pflanzen und die meisten Wasserthiere dem Archipelagus eigenthümlich sind, und so wunderbar auch die Thatsache ist, in keinem anderen Theile der Welt gefunden werden. Nichts desto weniger haben sie fast alle viel vom amerikanischen Typus. Jemand, der mit den Vögeln von Chile und dem La Plata bekannt ist, könnte sich nicht auf diese Inseln versetzen, ohne sich überzeugt zu halten, daß er, was die organische Welt betrifft, auf amerikanischem Boden stehe. Diese Aehnlichkeit im Typus zwischen entlegenen Inseln und Continenten, während die Arten verschieden sind, ist kaum je hinreichend beachtet worden. Nach den Ansichten einiger Naturforscher könnte man den Umstand dadurch erklären, daß man sagte, die Schöpfungskraft sei über einen großen Erdraum nach denselben Gesetzen thätig gewesen." Ich sage vielmehr, die Gesetze der Natur sind überall dieselben, nur die Umstände sind verschieden, und wenn auf den Gallopagos amerikanische Grundformen etwas verändert auftreten, so spricht das nur für eine gemeinsame Abstammung, aber ungleiche Fortentwickelung unter verschiedenen Umständen. Also für die Entwickelungstheorie, und für diese Ansicht sprechen insbesondere noch einige weitere Bemerkungen Darwin's, nach welchen die Pflanzen und Thierformen selbst auf den einzelnen Inseln der Gallopagos verschieden sind, und nach welchen die Vögel, deren nahe verwandte Formen in Amerika sehr schüchtern sind, hier, wie alle Thiere, wegen Mangel an Feinden in einen merkwür-

digen Zustand der Zahmheit übergegangen sind, in einen Zustand, der sich auf den Falklandsinseln ganz ähnlich zeigt, aber bereits im Abnehmen begriffen ist, seit diese Inseln häufiger besucht und bewohnt werden, und der nur von den Wandervögeln, die ihre durch Generationen angesammelten Erfahrungen überall stets auf's Neue mit hinbringen, nicht getheilt wird, und nie getheilt wurde. Der schwarze Schwan wurde auf den Falklandsinseln von je her eben so scheu gefunden, als irgendwo.

Die allmälige Entwickelung und erbliche Uebertragung des Instinktes, die wir so vielfach bei unseren Hausthieren beobachten können, wird hierdurch bei den Thieren im wilden Zustande eben so deutlich, als die Möglichkeit eines erblichen Vergessens, und dadurch Verschwindens instinktartiger Vorsicht vor bestimmten Gegenständen, wie der Mensch oder gewisse Raubthiere sind.

Doch ich kehre zurück zu der Vertheilung der Pflanzen und Thiere in Zonen. Es ist, wie gesagt, unzweifelhaft, daß die Wärmeverhältnisse der Erdoberfläche die Haupturſachen ungleicher Vertheilung sind, aber nicht die einzigen. Daher kommt es, daß die Verbreitung gewisser Pflanzen und Thiere oder ganzer Abtheilungen derselben ungefähr, aber nicht genau, den Temperaturlinien folgt, und zwar bald mehr den Isothermen, bald mehr den Isotheren oder Isochymenen, oder mittleren Werthen aus allen dreien. Unverkennbar üben aber auch eine unbestimmte Zahl anderer physikalischer Verhältnisse einen Einfluß auf die Vertheilung und Verbreitung der organischen Formen, und nicht alle sind sie so deutlich nachweisbar, wie etwa die Oberflächenform, die Vertheilung von Land und Wasser, die örtlichen Regenmengen, die Feuchtigkeitszustände der Atmosphäre, die Bodenbeschaffenheit, die herrschenden Winde, der Luftdruck u. s. w. — Solche Ursachen, sowie die Entwickelung und Ausbreitung um bestimmte Ausgangspunkte, welche eben durch ihre besonderen Verhältnisse die Ursachen neuer Formen wurden, sind es offenbar, welche der ungleichen Vertheilung der Thiere und Pflanzen zu Grunde liegen.

Gewisse Formen sind zur Zeit noch auf verhältnißmäßig sehr kleine Oberflächenräume beschränkt, wie z. B. die auf Neuholland und auf den Gallopagos herrschenden; aber wir können nicht wissen, ob sie nicht fähig sind, mit kleinen Modificationen

einst eine sehr große Verbreitung zu finden. Andere zeigen sich schon jetzt, und zwar, wie es scheint, ohne Zuthun des Menschen, in sehr vielen Erdtheilen verbreitet. So kennt man z. B. unser gemeines Gänseblümchen oder Maßliebchen in Nordasien, in einigen Gegenden Afrika's, in Südamerika und in Australien, und überall, wo es ist, steigt es von dem Meeresniveau bis zur ewigen Schneegrenze auf, eine heimische Erinnerung für jeden Reisenden. Ebenso findet sich ein Thier ganz ähnlich unserem Ameisenlöwen in Neuholland wieder, und diese sonderbare Larve fängt dort genau auf dieselbe Weise ihre Beute, indem sie trichterförmige Löcher in den feinen Sand wühlt. Wie beschränkt ist dagegen bis jetzt noch die Verbreitung des Theestrauches oder des Chinarindenbaumes! Des Schnabelthieres oder selbst der Giraffe!

Sehr sonderbar ist die Verbreitung des großen Geschlechtes der Haide (Erica). In der ganzen alten Welt sind diese Pflanzen nicht nur heimisch, sondern sehr häufig. In ganz Amerika und in Australien fehlen sie dagegen gänzlich. Während aber im südlichen Afrika stets viele Arten Haide neben einander wachsen, und nie viele Individuen derselben Art; finden Sie im Norden Europa's und bis nach Lappland beinahe nur eine Art, diese aber in unzähligen Individuen gesellig neben einander, was bei uns die Veranlassung gegeben hat, ärmliche Waldstrecken „Haiden" zu nennen.

Ich kann Ihnen für das Studium der Verbreitung einzelner Pflanzen- und Thierarten, oder ganzer Abtheilungen wieder nichts mehr empfehlen, als Berghaus' physikalischen Atlas, für die Art ihrer Gruppirung aber Kitlitz Vegetationsansichten. Eine treffliche Schilderung der Pflanzenverbreitung lieferte ganz neuerlich Schleiden in seinem Buch über die Pflanze[12]), und um Sie, wenn Sie dieses Buch noch nicht kennen sollten, auf das Ganze lüstern zu machen, lasse ich hier einen Theil seiner Darstellung folgen.

„Wenn wir von den schneebedeckten Eisflächen des höchsten Nordens, wo nur noch die rothe Schneealge an eine pflanzliche Organisation erinnert, uns nach Süden wenden, so breitet sich vor uns zunächst ein Gürtel aus, in welchem Moose und Flechten den Boden bedecken, und eine eigenthümliche Vegetation niedriger mit unterirdischen Stengeln perennirender,

meist groß- und schönblumiger Kräuter, die sogenannten Alpenpflanzen, der Natur einen eigenthümlichen Charakter verleihen. Fast sämmtliche Pflanzen bilden kleine, flache, vereinzelte Polster; Pyrola, Andromeda, Pedicularis, Löffelkraut, Mohne, Hahnenfuß und andere, sind charakteristische Gattungen für diese Flora, in der kein Baum, kein Strauch gedeiht. — Verlassen wir diese Region, die von den Botanikern das Reich der Moose und Saxifragen, oder nach einem der Gründer der Pflanzengeographie Wahlenberg's Reich genannt ist und gehen mehr nach Süden, so zeigen sich anfänglich kleine niedrige Gebüsche von Birken, dann mehr zusammenhängende Wälder, zu denen sich Kiefern und andere Nadelhölzer hinzugesellen, und wir befinden uns endlich in einem zweiten größeren Vegetationsgürtel, der sich dadurch charakterisirt, daß alle Wälder der Ebene fast ausschließlich aus Nadelhölzern gebildet sind, die daher der Flora einen eigenthümlichen Charakter aufprägen, Kiefern und Fichten, Zürbeln und Lärchen bilden große und ausgedehnte Waldmassen, an Bächen und auf feuchtem Boden finden sich Weiden und Erlen ein. Auf dürren Hügeln wächst die Rennthierflechte und das isländische Moos. In der Preißelbeere, Multebeere, Johannisbeere und anderen bietet schon freiwillig die Natur, wenn auch spärliche Nahrungsmittel, und eine reiche Flor bunter Blumen dient zur Verzierung der Zone, die sich in Skandinavien bis an die Nordgrenze des Weizenbaues, in Rußland und Asien aber fast bis Kasan und Jakutzk erstreckt. Wir wollen sie die Zone der Nadelhölzer nennen. — Schon in Drontheims Umgebungen fängt, wenn auch noch spärlich, der Obstbau an, bald tritt die kraftvolle Eiche auf, mit etwas zu weit getriebener poetischer Freiheit „die Deutsche" genannt; Schonen, Seeland, Schleswig und Holstein nähren die prachtvollsten Buchenwälder. Etwa in der Breite von Frankfurt a. M. gesellt sich noch ein Baum hinzu, der sich durch seine kühne, malerische Verästelung der Eiche an die Seite stellt, die er durch die Pracht seines Laubes, sowie durch den Nutzen seiner Früchte weit übertrifft, die edle Kastanie nämlich. Pyrenäen, Alpen und Kaukasus bilden die Südgrenze dieser Zone, in welcher mehr nach Osten die Linde

und Ulme in so reichlichem Maaße zur Waldbildung beitragen, daß erstere selbst den Verwüstungen widersteht, welche die Esthen zur Anfertigung ihrer Lindenbastschuhe anrichten. In dem Hopfen, Epheu und der Waldrebe finden sich hier die ersten Repräsentanten tropischer Schlingpflanzen ein. Mit dem düstern Schatten der Wälder wechselt das lachende Grün der Wiesen, und der Mensch hat sich in Besitz der Erde gesetzt, die wilde Vegetation bis auf das Nothwendigste für Holz- und Heubedarf beschränkend, und reiche Saaten lohnen seinem Fleiß. — Wir verlassen diese Zone der sommergrünen Laubhölzer, um die Felsenmauer der Alpen zu übersteigen, wodurch eine weise Vorsehung den Deutschen gegen Süden beschränkt hat, die er vorwitzig überstieg, um aus dem sinnlichen und verderbten Süden seinem Volke unendliches Elend und Jahrhunderte durch zehrendes Siechthum zu holen. Hier treten plötzlich ganz andere Pflanzenformen auf; an die großen Wälder aus Laubhölzern, deren lederartige, glänzende Blätter den leichten Winter überdauern, um deren mächtige Stämme sich die Reben und feuerfarbigen Bignonien schlingen, schließen sich ähnliche Gebüsche von Myrte, Tinus, Erdbeerbäumen und Pistacien gebildet. Hin und wieder findet sich die Zwergpalme ein, Labiaten und kreuzblüthige, und schönblühende Cistrosen ersetzen im Sommer die Frühlingsflor duftender Hyacinthen und Narcissen, aber selten noch, in günstigsten Lagen erfreut sich das vom Glanz der immergrünen Blätter, oder von dem grellen Farbenspiel nackter, zackiger Gebirgszüge geblendete Auge des milden Schimmers grünender Wiesen. Dafür hat sich der Mensch in diesem Gürtel immergrüner Laubhölzer der Frucht der Hesperiden bemächtigt. Es ist

„Das Land, wo die Citronen blühn,
Im dunkeln Laub die Goldorangen glühn."

Aber weiter, immer weiter strebt das unersättliche Geschlecht des Japetus, keine Sage vom afrikanischen Wüstensande, keine Todesnachricht von den vielen kühnen Reisenden, die ausgingen, die Quellen des Nigers zu suchen, schreckt ihn zurück; an der Westküste Afrika's, auf den canarischen Inseln, findet er zwar nicht mehr den riesenmäßigen Hund, nach welchem, wie Pli-

nius berichtet, die Hundsinseln benannt sind, aber Flora baut ihm die reichsten Schätze, welche sie mit Hülfe der tropischen Sonne dem von Meeresdünsten durchfeuchteten Boden zu entlocken vermag. Um Sycomoren schlingen sich mächtige Cissusstämme, Capern und Bauhinien durchflechten die Gebüsche von balsamreichen Sträuchern gebildet. Schlank erhebt sich die Dattelpalme, und zu riesigen Holzmassen erwächst der Baobab. Die wunderlichen cactusähnlichen Formen blattloser Wolfsmilcharten, durch ihre giftige oder wohlschmeckende süße Milch ausgezeichnet, verrathen eine eigenthümliche Bildungskraft in der Natur, und der Drachenbaum in den Gärten von Orotava auf Teneriffa, eine riesige baumartige Lilienpflanze, erzählt dem sinnigen Lauscher die Sagen von vielen Jahrtausenden.

Sechs Vegetationsgürtel sind wir so durchzogen, in denen die allmälig steigende Temperatur des Klima's eine immer andere, eine üppigere Vegetation hervorrief, und wir beschließen unsere Wanderung, indem wir nach kurzer Rast unter jenen fünftausendjährigen Dracänen den Pic von Teyde ersteigen. Am flachen Fuße desselben hat der Mensch vom Boden Besitz genommen und die ursprüngliche Vegetation verdrängt. Durch Weinberge und Maisfelder steigen wir aufwärts, bis uns die Schatten immergrüner Lorbeeren umfangen. Seidelbastarten und ähnliche Pflanzen schließen sich an, wir durchwandern eine Zeit lang einen Gürtel immergrüner Laubhölzer. Auf einer Höhe von 4000 Fuß verlieren sich die Pflanzen, die uns bis dahin begleitet haben. Nur eine geringe Anzahl eigenthümlicher Gewächse deutet uns eine schnell durchschrittene Zone sommergrüner Laubhölzer an, und wir sind umgeben von den harzigen Stämmen der canarischen Kiefer. Ein Gürtel der Nadelhölzer schützt uns gegen die Sonnenstrahlen bis zu einer Höhe von 6000 Fuß, dann wird die Vegetation plötzlich niedrig, durch niedriges Gebüsch geht sie über in eine Flor, welche ganz den Charakter der Alpenkräuter trägt, bis zuletzt nackter Fels jedem organischen Leben eine Schranke setzt, und nur deshalb kein Schnee und Eis die Spitze des Berges bedeckt, weil seine Höhe von 11,430 Fuß bei einer dem Wendekreis so nahen Lage nicht bis in die Region des ewigen Schnees hinaufreicht. Den weiten Weg von Spitzbergen

bis zu den Canaren, eine Ausdehnung von mehr als 50 Breitengraden, haben wir, wenn wir ihn nach den Vegetationsgrenzen beurtheilen, hier aufwärtssteigend in wenigen Stunden zurückgemessen."

Doch ich habe vielleicht schon zu lange verweilt bei den Pflanzen, diesem Schmuck der Erde — und wie schmucklos für unser Auge muß durch ihren Mangel der Mond sein — dessen Einfluß auf das menschliche Gemüth der Verfasser des Kosmos erst im zweiten Theile zur vollen Anschauung bringt. Lassen Sie uns jetzt zu der höchsten Stufe organischer Entwickelung übergehen — zu dem Menschen.

---

Neununddreißigster Brief.

## Der Mensch.

„Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen strebe, unvollständig bleiben, wenn ich hier nicht den Muth hätte, das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen, in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechselseitig, wenngleich schwächer, auf sie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu schildern. Abhängig, wenngleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, vom Boden, und den meteorologischen Processen des Luftkreises, den Naturgewalten durch Geistesthätigkeit und stufenweise erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare sich allen Klimaten aneignende Biegsamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geschlecht wesentlich Theil an dem ganzen Erdenleben."

v. H.

---

Dem Menschen ist das am interessantesten, was ihm am nächsten steht. Einem natürlichen Gefühle folgend, beginnt man darum den naturhistorischen Unterricht in früher Jugend am besten mit dem Menschen selbst, daran die größeren ihn zunächst umgebenden Thiere anschließend, und so durch immer niedere Stufen der Organisation bis zum Mineralreiche hinabsteigend. Wollte man dem Kinde zuerst von den Steinarten erzählen, die das Innere der Erde birgt, so würde es schwer sein, seine Aufmerksamkeit zu fesseln, während ihm Belehrungen über seine eigene Organisation sogleich sehr wichtig und anziehend erscheinen.

Für die ernsteren Studien des Jünglings dagegen ist der umgekehrte Weg der richtigere, welcher von dem Einfacheren zu dem Zusammengesetzteren, von dem Niederen zu immer Höherem aufsteigt.

So geschieht es nun, daß gewöhnlich der Studienweg durch

das Reich der Natur gewissermaßen zwei Mal zurückgelegt wird, hin und zurück. Und wie man die Schönheiten eines Thales nur dann vollständig auffaßt, wenn man es auf- und abwärts durchwandert, so ist es auch mit dem Studium der Natur. Bei der ersten Wanderung giebt man sich nur allgemeinen Eindrücken, dem Bewundern und Staunen hin. Auf dem Rückwege wird Alles gründlich durchforscht, und nun liegt der Genuß in den Einzelnheiten, in dem Auffinden von Ursache und Wirkung, in dem Auffinden allgemeinen Zusammenhanges.

Wir wenden also jetzt unsere Aufmerksamkeit uns selbst zu, dem Menschen, der sich stolz „Beherrscher der Erde" nennt.

Ob es mehrere Arten Menschen gebe oder nur verschiedene Formen derselben Art? Das ist die erste Frage, welche sich uns aufdrängt, wenn wir die große körperliche und geistige Verschiedenheit der Menschenstämme ins Auge fassen. Welche Umstände hierüber sicher entscheiden können, ist kaum zu bestimmen, und deshalb die Frage nie absolut zu beantworten. Die Gleichheit oder Ungleichheit der Abstammung von einem oder mehreren Paaren kann nicht historisch erwiesen, sondern nur aus den factischen Zuständen gefolgert werden, denn historische Traditionen gelten dem Naturforscher nicht als Beweise. Der Knochenbau ist bei den verschiedenen Menschenstämmen zuweilen ungleicher, als bei Pferd und Esel, die alle Zoologen als verschiedene Arten anerkennen. Die Ungleichheit äußerer Form, Größe und Farbe ist dagegen bei den Hunden, die man doch alle als zu einer Art gehörig betrachtet, noch bedeutender als beim Menschen. Sprache und Sitten ändern sich, und ihre Verwandtschaft, oder gegenseitige Unabhängigkeit bleibt oft zweifelhaft.

v. Humboldt entscheidet sich für die Einheit des Menschengeschlechtes, und zwar wegen der vielen Mittelstufen, wodurch die extremen Typen mit einander verbunden sind, die man außerdem allerdings als gesonderte Arten zu betrachten, würde berechtigt sein.

Lassen Sie uns zunächst einen Blick auf die verschiedenen Eintheilungen des Menschengeschlechtes werfen, welche man versucht hat. Ich will Sie nicht damit ermüden, Ihnen alle aufzuzählen, aber die wichtigeren müssen Sie mir gestatten, Ihnen vorzuführen.

Blumenbach theilte die Menschenspecies in 5 große Varietäten, von denen er die Kaukasische als die ursprüngliche betrachtete. Seine Eintheilung ist folgende:

Kaukasier.
Malayen. Amerikaner.
Aethiopier. Mongolen.

Cuvier führte alle Zweige des Menschengeschlechtes auf drei Hauptstämme zurück. Seine Eintheilung ist folgende:

- **Kaukasischer Stamm.**
  - Armenier.
    - Assyrier.
    - Chaldäer.
    - Araber.
    - Phönizier.
    - Hebräer.
    - Abyssinier.
    - Aegypter?
  - Indier.
    - Sanscrit Race.
      - Alte Perser.
      - Hindus.
    - Pelasgische Race
      - Celten?
      - Griechen.
      - Lateiner.
    - Gothische Race.
      - Deutsche und Holländer.
      - Engländer.
      - Dänen u. Schweden.
    - Slavische Race.
      - Russen.
      - Polen.
      - Böhmen.
      - Wenden.
  - Scythen und Tartaren.
    - Parther.
    - Türken.
    - Finnländer.
    - Ungarn.
- **Mongolischer oder Altaischer Stamm.**
  - Kalmücken.
  - Kalkas-Mongolen.
  - Mandschu's.
  - Japanesen und Koreaner.
  - Sibirier.
    - Samojeden.
    - Lappländer.
    - Eskimo's.

  Hierzu rechnet er wegen ihres Schädelbaues auch die amerikanischen Racen.
- **Neger oder Aethiopischer Stamm.**
  - Von Cuvier nicht scharf gesondert.

Fischer giebt in seiner Synopsis mammalium nachstehende Eintheilung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Japetische Race. | Caucasicus. | Caucasicus. | Georgier u. s. w. |
| | | Pelagicus. | Griechen, Römer u. s. w. |
| | | Celticus. | Gallier. Schotten, Bretagner. |
| | | Germanicus. | Deutsche, Engländer, Dänen. |
| | | Slavonicus. | Böhmen. Polen. Litthauer u. s. w. |
| | Arabicus. | Atlanticus. | Phönizier, Numidier. |
| | | | Guanchen. |
| | | Adamicus. | Abyssinier, alte Aegypter, Juden, Armenier, Araber. |
| | Indicus. | | Hindu's. |
| Malaische Race. | Occidentalis. | | Neuseeländer, Gesellschafts-, Freundschafts-, Sandwich-Insulaner. Alte Peruaner. Mexikaner? |
| | Papuensis. | | Papu's. Neu-Guinea, Waigui u. s. w. |
| Scythische Race. (Kalmücken. Mongolen.) | Sinicus. | | China, Korea, Japan, Tonkin. |
| | Hyperboreus. | | Grönländer, Lappländer, Ostiäken, Eskimo's. |
| Amerikanische Race. | Patagonus. | | Patagonier. |
| Columbische Race. | | | Eingeborene von Nordamerika, dem östlichen Mexiko, den Antillen u. s. w. |
| Aethiopische Race. | Caffer. | | Süd-Afrika, zwischen 20° und 42° südl. Br. u. die Küsten von Madagaskar. |
| | Melanoides. | | Madagaskar, Küsten von Neu-Guinea, Neu-England, Buka, Fidschi-Inseln, Vandiemens-Land. Papu's, Madekassen. |
| | Hottentottus. | | Am Vorgebirge der guten Hoffnung. |
| Polynesische Race. | | | Alforesen, Australier. Bewohner der Molukken und Philippinen. Virzimbern von Madagaskar. |

Leſſon hat zwei Eintheilungen der Menſchenſtämme verſucht, die letzte in ſeinem Werke Species des Mammifères iſt dieſe:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Weiße Race. | Araber. | 1) Araber. | |
| | | 2) Hebräer. | |
| | Kaukaſier. | 3) Kaukaſier. | |
| | | 4) Griechen. | |
| | | 5) Türken und Tartaren. | |
| | Celten. | 6) Celten. | |
| | Teutonen oder Germanen. | 7) Skandinavier. | |
| | | 8) Slaven. | |
| | | 9) Finnen. | |
| Rußbraunſchwarze oder ſchwärzliche Race. | Hindu's. | 10) Indier. | |
| | | 11) Zigeuner. | |
| | | 12) Abyſſinier. | |
| | | 13) Owa's oder Madekaſſen. | |
| | Kaffern. | 14) Kaffern. | |
| | Papu's. | 15) Papu's oder Neger-Malayen. | |
| | | 16) Alforeſen. | |
| | Endamenen. | 17) Auſtralier. | |
| Orangefarbige Race. | Malayen. | 18) Malayen. | |
| Gelbe Race. | Mongolen. | 19) Chineſen. | |
| | | 20) Tunguſen. | |
| | | 21) Kalmücken. | |
| | | 22) Eskimo's. | |
| | Mongolen-Pelasger. | 23) Tagaleſen oder Karoliner. | |
| | Oceanier. | 24) Oceanier. | |
| | | 25) Dagaks. | Batta's. Alforeſen u. ſ. w. |
| | Amerikaner. | 26) Amerikaner. | Ando-Peruaner. Pampas-Indianer. Guaraner. |
| Rothe Race. | Karaiben. | 27) Karaiben. | Karaiben. Senecas. Mohawks. Chippeway's. |
| Schwarze Race. | Neger. | 28) Aethiopier. | |
| | Aſiatiſche Neger. | 29) Mihada oder Pulieda. | Bhil's von Malewa. Kulis v. Guzerate. Knirs. |
| | Nigritier. | 30) Aetas. | Neger „del Monte.“ Endamenen. |
| | Tasmanier. | 31) Tasmanier v. Vandiemensland | |
| | Hottentotten. | 32) Hottentotten. | |
| | Buſchmänner. | 33) Buſchmänner. | |

Einfacher iſt die folgende Eintheilung, welche Dumeril vorgeſchlagen hat:

1) Kaukaſiſche oder arabiſch-europäiſche Varietät.
2) Hyperboräiſche Varietät.
3) Mongoliſche Varietät.
4) Amerikaniſche Varietät.
5) Malayiſche Varietät.
6) Aethiopiſche Varietät.

Und noch einfacher die Lindenſchmit's[30]), welcher nur drei Hauptracen unterſcheidet:

Skythen, klein mit Spitzaugen und meiſt zu Pferd.
Celten, Germanen, blond, blauäugig.
Aethiopier, Mohren.

Die Germanen ſtammen nach ihm aus Europa, ſind aber bis Aegypten vorgedrungen und ſpäter nach dem Norden zurückgekehrt.

Nach dem ſogenannten Geſichtswinkel theilte Virey die Menſchen auf folgende Weiſe ein:

| | | |
|---|---|---|
| Geſichtswinkel 85 bis 90 Grad. | Weiße Race. | Araber, Indier, Celten, Kaukaſier. |
| | Gelbbraune Race. | Chineſen, Kalmücken, Mongolen, Lappen. |
| | Kupferfarbene Race. | Amerikaner oder Karaiben. |
| Geſichtswinkel 75 bis 85 Grad. | Dunkelbraune Race. | Malayen od. Indier. |
| | Schwarze Race. | Kaffern. Neger. |
| | Schwärzliche Race. | Hottentotten. Papu's. |

Desmoulin ſchlug folgende Eintheilung vor:

1) Celten, Scythen, Araber.
2) Mongolen.
3) Aethiopier.
4) Oſt-Afrikaner.
5) Süd-Afrikaner.
6) Malayen oder Oceanier.
7) Papu's.
8) Neger-Oceanier.
9) Auſtralier.
10) Columbier.
11) Amerikaner.

Bory de St. Vincent hat die Haare als Haupteintheilungsgrund benutzt. Seine Eintheilung ist die folgende:

## Racen mit glattem schlichtem Haar.

A) In der alten Welt.

I. Japetischer Stamm.
   a) Mit weiter Kleidung. Frauen als Sklavinnen.
      1) Kaukasische Race: Mingrelier, Circassier, Georgier.
      2) Pelasgische Race: alte Griechen und Römer.
   b) Mit anschließender Kleidung. Frauen ebenbürtig.
      1) Celtische Race: Gallier, alte Briten.
      2) Germanische Race: Teutonen und Slaven.

II. Arabischer Stamm.
   a) Atlantische Race: alte Aegypter, Völker Nord-Afrika's.
   b) Adamitische Race: Hebräer und andere Syrier.

III. Indischer Stamm.

IV. Scythischer Stamm. In der Bucharei, in Daurien, im Osten des kaspischen Meeres u. s. w.

V. Chinesischer Stamm.

VI. Hyperboräischer Stamm. Lappländer, Samojeden ꝛc.

VII. Neptunischer Stamm.
   a) Malayen.
   b) Oceanische Völkerschaften (Neuseeländer u. s. w.).
   c) Vermischte Papus-Race.

VIII. Australischer Stamm.

B) In der neuen Welt.

IX. Columbischer Stamm. Am Lorenzstrom, in Mexiko, auf den Antillen, in Guyana und Cumana.

X. Amerikanischer Stamm. Am Orinoko und Amazonenstrom, in Brasilien, Paraguay und Chile.

XI. Patagonischer Stamm.

## Racen mit krausem Haar (Neger).

In Afrika und der Südsee.

XII. Aethiopischer Stamm. Neger oder schwarze Racen von Mittel-Afrika.

XIII. Kaffern-Stamm. In Süd-Afrika.

XIV. Melanischer Stamm. Madagaskar, Neu-Guinea Fidschi-Inseln, Vandiemensland.

XV. Hottentotten-Stamm. In Süd-Afrika.

Eine ſehr beachtenswerthe Eintheilung der Menſchenſtämme hat Linnaeus Martin[22]) verſucht. Es iſt die nachſtehende:

**I. Japetiſcher Stamm.**
Kopf oval; Stirn frei; Naſe vorragend; Backenknochen kaum vorſpringend; Jochbogen mäßig zuſammengedrückt; Ohren klein und dicht anliegend; Zähne ſenkrecht ſtehend; Kinn wohlgebildet; Haar lang, ſelten kraus, nie wollig; Bart voll; Farbe verſchieden.

- Europäer
  - Celten. — Verſchiedene Völkerſchaften dieſes Zweiges, welche verſchiedene Dialekte einer Sprache redeten, waren ausgebreitet über Gallien, Niederdeutſchland, Italien, Spanien und die britiſchen Inſeln.
  - Pelasger. — Griechen u. Römer.
  - Teutonen. — Gothen, Vandalen, Alemannen, Franken, Germanen, Angeln u. ſ. w. Sonſt im nordweſtlichen Europa.
  - Slaven. — Ruſſen, Polen, Croaten, Böhmen, Bulgaren und Koſaken.
- Aſiaten
  - Tartaren. — Alte Scythen, Parther, Tartaren, Kirgiſen, Usbecken.
  - Kaukaſier. — Georgier, Tſcherkeſſen, Mingrelier.
  - Semiten. — Araber, Hebräer, Aſſyrier, Chaldäer, Phönizier.
  - Sanscriten. — Hindu-Völkerſchaften.
- Afrikaner
  - Mizramiten. — Alte Aegypter u. Aethiopier, Abyſſinier, Berbern, Guanchen (der canariſchen Inſeln).

**II. Neptuniſcher Stamm.**
Kopf rund, zuweilen an den Seiten abgeplattet; Geſicht etwas oval; Backenknochen und Jochbogen vorragend; Augen weiter auseinander als bei I. und etwas gegen die Naſe geſenkt; Iris ſchwarz; Zähne ſenkrecht; Haar lang, ſchlicht, ſchwarz; Bart dünn; Glieder wohlgeformt; Fußſohlen klein; Haut lohfarbig oder gelblichbraun.

- Malayen. — Eingeborene der malayiſchen Halbinſel und Bewohner der Küſten der Inſeln des indiſchen Archipelagus.
- Polyneſier. — Owa's von Madagaskar, Neu-Seeländer, Sandwich-Inſulaner, vielleicht auch die Anſiedler, welche die Reiche von Peru und Mexiko gründeten.

**III.**

**Mongolischer Stamm.**

Kopf am Scheitel erhöht; Gesicht platt, breit; Kieferbeine und Jochbogen vorragend und sehr weit; Augen klein, schmal, schräg; Augenlider geschwollen; Augenbrauen gewölbt; Nase plattgedrückt, mit weit offenen Löchern; Kinn fast ohne Bart; Kopfhaare straff, schlicht, schwarz; Ohren groß und weit; Mund weit, Zähne senkrecht; Haut gelblichbraun.

- **Mongolen.**
  - Mongolische Tartaren,
  - Mandschu's,
  - Kalmücken,
  - Chinesen,
  - Koreaner,
  - Japanesen und Eingeborene von Tibet, Butan, Owa, Pegu, Siam u. s. w.
- **Hyperboräer.**
  - Ostiäken,
  - Tunguesen,
  - Samojeden,
  - Tschuktschen,
  - Lappländer,
  - Eskimo's.

**IV.**

**Prognatischer Stamm.**

Kiefer groß, vorragend; Schneidezähne schräg nach vorn stehend; Stirn schmal; Kopf seitlich zusammengedrückt; Backenknochen und Jochbogen vorragend; Lippen aufgeworfen; Nase platt gedrückt mit weiten Löchern; Haar meist wollig, seltener kraus oder straff und lang; Bart dünn und steif; Haut schwarz bis braun.

- **Afrikanische Neger.**
  - Neger,
  - Kaffern.
- **Hottentotten.**
  - Namaaqua's,
  - Kora's (Korana's),
  - Gonaaqua's,
  - Saabs (Buschmänner).
- **Papu's.**
  - Neu-Guinea, Fidschi-Inseln, Vandiemensland, Madagaskar.
- **Alfuru's (Alforesen).**
  - Neu-Guinea, einige Inseln des indischen Archipelagus, Neuholländer und Virzimbern von Madagaskar.

**V.**

**Occidentalischer Stamm.**

Stirn abgeplattet; Scheitel ziemlich erhaben (oder künstlich niedergedrückt); Backenknochen und Jochbogen rund vorragend; Augen engeschlitzt, meist schräg; Nase ziemlich erhaben, zuweilen gedrückt, mit weit offenen Löchern; Mund groß; Zähne etwas schräg stehend; Haar lang, borstig, schwarz; Bart sehr dünn; Haut dunkelgelb oder kupferbraun.

- **Columbier.**
  - Nordamerikanische Indianer.
  - Eingeborene von Mexiko, Florida und den karaibischen Inseln, von Jukatan u. Columbia bis zum Aequator.
- **Südamerikaner.**
  - Eingeborene von den Ufern des Amazonenstroms und des obern Orinoko, von Brasilien, Paraguay und Chile (Aturen, Otomaken, Botikuden).
- **Patagonier.**
  - Patagonier.

Die bedeutendſte Arbeit über dieſen Gegenſtand verdanken wir ganz neuerlich Prichard[23]). Er hat vorzugsweiſe nach der Form des Schädels, aber unter ſteter Berückſichtigung anderer Charaktere, folgende 7 Hauptracen aufgeſtellt:

1) Iranier (Kaukaſier), dazu gehören die Europäer und die ihnen verwandten Völkerſtämme.
2) Turanier (Mongolen), Kalmücken, Mongolen, Chineſen u. ſ. w.
3) Amerikaner mit Ausſchluß der Eskimo's und der ihnen verwandten Stämme.
4) Hottentotten und Buſchmänner.
5) Neger.
6) Papu's (wollhaarige Völkerſtämme Polyneſiens).
7) Alfuru's und auſtraliſche Racen.

Ganz nach der Schädelform haben neuerlich Burmeiſter und Zeune Eintheilungen verſucht, und Klemm unterſcheidet blos active und paſſive Völkerſtämme, indem er dabei ihr Eingreifen in die Weltgeſchichte im Auge hat. Erſterer unterſcheidet[24])

1) Nationen mit elliptiſcher Schädelbildung. Dahin gehören nach ihm: Neger, Kaffern, Hottentotten, Papu's und ein großer Theil der amerikaniſchen Völkerſchaften. Sie zerfallen in:
   a) Schwarze kraushaarige (Neger und Papu's).
   b) Braune kraushaarige (Hottentotten).
   c) Rothbraune ſchlichthaarige (Karaiben).
2) Nationen mit quadratiſcher Schädelbildung. Es gehören dazu einige amerikaniſche Stämme, die Samojeden, Mongolen und Chineſen. Sie zeichnen ſich durch hellgelbe Hautfarbe, ſchwarzbraune hängende Haare, ſchwachen Bart, breite Naſe und ſchief geſchlitzte Augen aus.
3) Nationen mit ovaler Schädelbildung. Es gehören dazu alle Kaukaſier Blumenbach's, viele Südſeeinſulaner und wahrſcheinlich auch die alten Mexikaner.

Zeune[25]) hat folgendes gar künſtliches Schema entworfen, welches, wenn es wahr wäre, ſehr intereſſant ſein würde,

aber es schmeckt sehr nach sogenannter Naturphilosophie, und Retzius[26]) hat auch bereits seine Unhaltbarkeit erwiesen.

Sehen Sie, so verschieden hat man uns Menschenkinder einzutheilen versucht, indem man dabei bald den Knochenbau, bald die Hautfarbe oder Haarform, bald Sprachen, bald Sitten als Unterscheidungsmerkmale benutzte. Am meisten liefern diese Eintheilungen einen Beweis von dem Systematisirungstrieb der gelehrten Europäer, dann aber allerdings auch von der großen factischen Verschiedenheit der Menschenstämme, und zugleich davon, daß sie durch zahlreiche Uebergangsformen verbunden sind. Wollen Sie die Verbreitung der einzelnen Racen über die Erdoberfläche verfolgen, so kann ich Ihnen dazu wieder nichts Besseres empfehlen, als die achte Abtheilung von Berghaus' physikalischem Atlas.

Es ist nun über die Abstammung des Menschengeschlechtes von einem oder mehreren Paaren; über den ersten Wohnplatz, das sogenannte Paradies; über die gleiche oder ungleiche Bildungsfähigkeit und Berechtigung der einzelnen Menschenstämme viel gestritten worden. Religiöser Fanatismus hat sich häufig in den Streit gemengt, und das Forschen nach Wahrheit vielfach getrübt. Wenn es wahr sein sollte, was ich, wie manche Andere, anzunehmen mich für berechtigt halte, daß alle organischen Formen nur Stufen einer langen Entwickelungsreihe sind, und daß immer eine aus

der anderen hervorgegangen iſt, ſo wird dadurch der Standpunkt für Beurtheilung jener Probleme gänzlich verändert.

In der That, es wird mir gerade bei dem Menſchen, dieſem vollendetſten Organismus auf der Erde, am meiſten unmöglich, zu denken, daß er plötzlich durch neue Schöpfung hervorgebracht ſei. Wir haben geſehen, daß ſelbſt bei den niedrigſten Thieren und Pflanzen die ganz unerwieſene Annahme, ſie entſtänden zuweilen ohne Aeltern, durch genauere Unterſuchung immer weiter und weiter zurückgedrängt wird, ſo nämlich, daß die Fälle, in denen man eine ſolche generatio aequivoca behaupten zu können glaubte, immer wieder ungültig werden; und dennoch ſollte jede organiſche Form zuerſt durch einen ſolchen Act entſtanden ſein, von dem noch kein Beiſpiel hat beobachtet werden können? Das iſt mindeſtens höchſt unwahrſcheinlich, und will man es annehmen, ſo muß man für dieſe Vorgänge alle wiſſenſchaftliche Forſchung aufgeben und ſich einem blinden Glauben überlaſſen. — Wahr iſt es freilich, daß bei den höheren Thierformen und insbeſondere beim Menſchen die Uebergänge der Arten fehlen. Wir können, wenn wir der Entwickelungstheorie folgen, für den Menſchen, ſeinem ganzen Bau nach, nur den Affen als Ausgangspunkt betrachten, und dieſe Gattung zeigt ſelbſt in ihren höchſten Arten: dem Chimpanſee und Orang, noch ſo weſentliche Abweichung vom Menſchen, daß wir billig den Sprung zu groß finden und nach Zwiſchenſtufen fragen müſſen. Hier aber kommt uns die Erfahrung zu Statten, daß untergeordnete Racen nie lange neben höher entwickelten derſelben Art beſtehen können. Gab es einſt eine noch niedrigere Menſchenrace als die jetzt beſtehenden, ſo wird ſie durch dieſe bald genug zu gleicher Stufe erhoben, oder unterdrückt und ausgerottet worden ſein. — Aber warum findet man dann ihre Knochenüberreſte nicht im foſſilen Zuſtande? — Viele Möglichkeiten ſind denkbar, um dieſen Umſtand zu erklären, unter anderen auch die, daß, was noch nicht gefunden worden iſt, noch gefunden werden kann, da man z. B. auch lange vergeblich nach foſſilen Affenreſten geſucht hat, deren erſte erſt vor wenigen Jahren aufgefunden wurden. Aber ſolche Hülfshypotheſen ſind allerdings unzuläſſige, denn es iſt beſſer, gar nicht erklären, als ohne hinreichende Gründe erklären.

Sie sehen, die Beweismittel verlassen mich hier. Es bleibt eine auf Analogien gestützte Annahme, wenn ich die ersten Menschen nicht für besonders erschaffen, sondern für entstanden halte; aber nicht einmal durch Analogien gestützt, vielmehr gegen alle Analogie ist die Annahme plötzlicher Erschaffung. Bedenken mögen Sie dabei auch, daß der Mensch nach den trefflichen Untersuchungen Henne's [27]) jedenfalls ein viel älterer Bewohner der Erde ist, als man bisher zu glauben gewohnt war.

Wie Cuvier aus etlichen zerstreuten Knochen ganze Thierskelette construirte, so hat Henne aus Bruchstücken und Excerpten des Manethon'schen Werkes einen chronologischen Bau gezimmert, der, wie er sich ausdrückt, die Bibel nicht demoliren, sondern nur ihre Zeitrechnung berichtigen soll. Manethon, Oberpriester von Heliopolis und aller ägyptischen Weisheit kundig, hat sein Werk aus den unvergänglichen Steindenkmalen seines Landes gleichsam abgeschrieben und in drei Büchern 375 Pharaonen oder Monarchen des Nilstaates in successiver Ordnung aufgestellt. Für diese 375 Pharaonen ergiebt sich aus den Einzelnheiten eine Regierungszeit von 6117 Jahren. Manethon selbst lebte 350 vor Christus, diese Zeit zugerechnet, erhalten wir die Summe von 6467 Jahren vor der christlichen Zeitrechnung als beglaubigten Anfang der großen, schon durch Monumente kolossaler Natur und einen Kraftaufwand fabelhaften Umfanges verherrlichten ägyptischen Monarchie. Das ist also 8315 Jahre vor heute. Wie viel Zeit es forderte, bis eine staatliche Erscheinung dieser Art möglich war und sich gestalten konnte, ist eine Frage, die natürlich weit jenseit aller Erkenntnißquellen in die ungezählten und denkmallosen Aeonen der Dunkelheit hinüber streift. Daß der Mensch nicht mit seinem ersten Betreten der Erde anfing, Denkmale zu errichten, daran wird wohl Niemand zweifeln. So viel werden Sie mir ferner sicher zugeben, daß der Europäer zu seiner jetzigen Stufe der Cultur und Gesittung, zu seinen heutigen Kenntnissen nur durch eine lange Entwickelungsreihe sich empor gearbeitet haben kann; daß in diesem Punkte ein beständiges Vorschreiten unverkennbar ist, und daß, dies zugegeben, die ersten Menschen in ihrem Wesen den Affen jedenfalls viel ähnlicher gewesen sein müssen als wir, oder als selbst die jetzt uncultivirtesten Nationen, werden Sie

ebenfalls nicht bestreiten wollen. Selbst die Sprache kann nur das Resultat langer Entwickelung sein, wir finden sie, wie alle Cultur und alles Wissen, bei einigen Menschenstämmen, die sicher schon Jahrtausende existiren, noch jetzt in sehr unvollkommenen Stadien, und aus der langsamen Entwickelung bei ihnen können wir einigermaßen schließen auf die Zeit, welche nöthig gewesen ist, um bei den bevorzugten Nationen der Erde die ersten Traditionen, bildlichen oder schriftlichen Aufzeichnungen möglich zu machen. Die Bevorzugung der einen Race vor den anderen beruht aber ursprünglich auf den der Entwickelung günstigeren klimatischen und Bodenverhältnissen, und durch diese zeichnet sich Europa unstreitig vor allen Theilen der Erde aus.

Wenn Sie nun mit mir annehmen wollen, der Mensch sei jetzt die höchste Entwickelungsstufe der organischen Welt, und nicht durch *besondere* Schöpfung, sondern durch allmälige Vervollkommnung durch Tausende von Generationen hindurch aus ihr hervorgegangen, so fällt zunächst die Frage über die Abstammung von einem oder von mehreren Paaren von selbst als überflüssig hinweg; weil diese Weiterentwickelung von Generation zu Generation nothwendig auf alle Individuen einer Art (z. B. Affenart) bezogen werden muß, welche sich unter den dazu günstigen Verhältnissen befanden, während andere unter anderen Verhältnissen in ihrem Zustande beharrten oder in einen ganz anderen, vielleicht niederen übergingen.

Eine solche Abstammung des Menschen ist freilich Vielen zuwider, weil Sie ihren Stolz oder ihre religiöse Anschauung dadurch verletzt fühlen; aber das sind Vorurtheile, nicht Gründe. Das menschliche Individuum durchläuft als Fötus noch jetzt die Zustände mehrerer Thierklassen. Die berühmtesten Anatomen haben gezeigt, daß wir vor der Geburt zuerst einem wirbellosen Thiere gleichen, dann einige Zeit einem Fisch, nachher einem Reptil, und nun erst tritt der Charakter des Säugethieres ein. Das ist eine Thatsache, die nicht wenig zu Gunsten unserer Ansicht spricht. Der welthistorische Entwickelungsproceß des ganzen Geschlechtes scheint hier in die Entwickelung des Individuums vor seiner Geburt zusammengedrängt zu sein. Sollte wirklich auch Ihr Menschenstolz sich sträuben gegen so niedere Herkunft? — Lassen Sie uns vielmehr stolz sein auf das, was

wir geworden sind, obwohl sich unser Ursprung in so niedere Regionen verliert; es würde weit demüthigender sein, wenn wir von Engeln abstammten und nach und nach Menschen geworden wären, wie es nur demüthigend für einen Unterthan sein kann, von einem König abzustammen. Wenn aber eine besondere religiöse Anschauung sich der Erforschung der Wahrheit in den Weg stellt, so kann und mag ich gegen diese an sich nicht kämpfen, ich muß sie nur als Etwas, was mit wissenschaftlicher Forschung nichts gemein hat, aus diesem Bereiche zurückweisen, und hinzufügen will ich, daß die Welt anbetungswürdig genug bleibt, wenn man auch alle ihre Einzelnheiten als gesetzmäßig und keine als ein Wunder erkennen sollte.

Es beantwortet sich ferner durch unsere Annahme die Frage über die gleiche oder ungleiche Bildungsfähigkeit und Berechtigung der Menschenstämme von selbst. Ist jeder Zustand ein Resultat allmäliger Entwickelung, so ist auch die Bildungsfähigkeit, theoretisch genommen, eine allgemeine, die Berechtigung eine gleiche. Die factischen Unterschiede sind dann offenbar nur durch äußere Umstände bedingte Entwickelungsstadien und Formen. Unter den günstigsten Umständen erfolgte die höchste Entwickelung.

So ist es, wenn man von allen Zeitverhältnissen absieht. Aber für die Praxis bleibt freilich, sobald man die nöthigen Entwickelungszeiten berücksichtigt, eine ungleiche Bildungsfähigkeit und deshalb gewissermaßen ungleiche Berechtigung der Menschenracen im Ganzen unleugbar. Es ist noch nicht gelungen, einen sehr tief stehenden Völkerstamm als solchen durch Erziehung wesentlich zu heben, nur einzelne Individuen hat man auf diese Weise gebildet. Alles spricht dafür, daß viele Tausende, vielle cht Hunderttausende von Jahren nöthig waren und nöthig sind, um eine besondere Menschenrace entstehen zu lassen, oder ganz umzugestalten. Versetzen Sie alle Europäer nach Afrika und alle Neger nach Europa, überlassen Sie dieselben dann ganz sich selbst, so wird nach einigen Jahrhunderten noch wenig in den Bildungszuständen beider geändert sein, aber nach vielen tausend Jahren können Sie allerdings erwarten, in Europa wieder wie jetzt die höher entwickelte Race zu finden, in Afrika die niedere, wenn auch die nach Afrika versetzten Europäer gewiß nicht bis zum Standpunkt der jetzigen Neger herabsinken würden.

Aber zu den natürlichen Einflüssen der Bodengestaltung und des Klima's hat sich ein weit mächtigerer gesellt, das ist der Verkehr. Er bewirkt die Entwickelung des Menschen durch den Menschen. Aber nicht immer werden niedere Menschenracen, wenn sie mit höheren in Verkehr treten, in ihrer Entwickelung gefördert. Einzelne Individuen allerdings haben diesen Gewinn stets, aber der ganze Stamm wird, besonders wenn der Bildungsunterschied sehr groß ist, häufiger unterdrückt und geht der Vernichtung entgegen. Beispiele dieses Vorganges sind mehrfach bekannt.

Was ich hier ursprünglich den Einflüssen des Bodens und Klima's zuschreibe, das suchen Andere, wie Burmeister, in der ungleichen Abstammung, aber das Resultat bleibt dasselbe. Die Bewohner der günstigsten Erdtheile haben die anderen Völker weit überholt und werden nun nothwendig ihre Unterdrücker, da die Heranbildung Einzelner zwar, nicht aber ganzer Racen, durch Beispiel und Erziehung schnell genug möglich ist. Burmeister sagt sehr schön und wohl auch in der Hauptsache sehr richtig: „Germaniens Söhne waren auserkoren, den seltenen Verein von griechischer Genialität mit jüdischer Religiosität als den Kern der neueren Zeit und den Samen aller nachfolgenden, lebendigen Völker über den Erdball zu verbreiten. Das Licht, welches dieser Stern ausstrahlt, wird ein versengendes Feuer für alle Nationen werden, die gleich Pilzen im feuchten Schatten der Wälder gedeihen wollen; es wird sie versengen und demnächst ganz vernichten."

Auch die Frage nach dem Ort der Entstehung des Menschengeschlechtes wird bei unserer Voraussetzung in so fern eine müßige, als es in der Natur der Sache liegt, daß überall, wo die Grundbedingungen gegeben, die äußeren Verhältnisse günstig waren, gleichzeitig oder in sehr weit auseinander liegenden Perioden Menschen sich entwickeln mußten. Diese Localitäten können in dem Verlaufe so vieler Jahrtausende durch sogenannte geologische Ereignisse zum Theil ganz verändert oder sogar unter das Meer versenkt sein, und in keinem Falle ist zu erwarten, daß wir sie jetzt noch mit Sicherheit zu ermitteln vermögen.

Nachdem ich Ihnen meine Ansichten über die jedenfalls in großes Dunkel gehüllte Entstehung des Menschen mitgetheilt

habe, eine Ansicht, in welcher zugleich die Erklärung der Ungleichheit der Racen enthalten ist, lassen Sie uns jetzt noch einen Blick auf die geistige Entwickelung des Menschen überhaupt werfen.

Es wird von keinem hierüber Urtheilsfähigen mehr bestritten, daß das, was wir Geistesthätigkeit nennen, vom Hirn ausgeht, und daß dessen Größe und Beschaffenheit mit dem Grad der Geistesthätigkeit in genauem Verhältniß steht. Durch alle Thierklassen hindurch, welche überhaupt ein abgesondertes Hirn haben, läßt sich dieses Verhältniß verfolgen. In keinem anderen Organ drückt sich die höhere Entwickelung so consequent aus, als im Hirn. Von dem Fisch anfangend, nimmt es durch die höheren Thierklassen beständig an relativer Größe und Mannichfaltigkeit des Baues zu, bis es endlich im Menschen die höchste Stufe der Entwickelung erreicht. Das Gehirn des Menschen ist im Verhältniß zur Körpergröße weit größer als das aller Thiere, ja es ist mit wenigen Ausnahmen absolut das größte, und dazu zeigt es noch durch die sogenannten Windungen eine Mannichfaltigkeit der Oberfläche und des Baues, wie sie bei keinem Thiere sich wiederfindet. Diese Unterschiede lassen sich aber noch weit specieller verfolgen. In der Klasse der Säugethiere ist eine aufsteigende Reihe der relativen Hirngröße und der Entwickelung von den Cetaceen bis zu den Affen ganz unverkennbar und stets in voller Uebereinstimmung mit dem Grade der Geistesthätigkeit, die sich bei diesen Thieren zeigt. Das Hirn des Europäers zeigt unstreitig eine größere Abweichung von dem des Affen, als sie zwischen irgend zwei anderen sich nahe stehenden Thiergattungen stattfindet. Aber dazwischen stehen, was Ausbildung und Größe des Hirns betrifft, die weniger entwickelten Menschenracen. Das Hirn des Menschen ist, wie sein Schädel, sehr ungleich bei den verschiedenen Nationen und Individuen. Es ist nicht nur verschieden nach der Größe, sondern auch nach der Gestalt und dem Bau. Die Behauptung Tiedemann's, das Hirn der Neger sei im Allgemeinen ganz gleich dem der Europäer, ist durch die weit gründlicheren Untersuchungen Dr. A. Combe's [33]) hinreichend widerlegt worden.

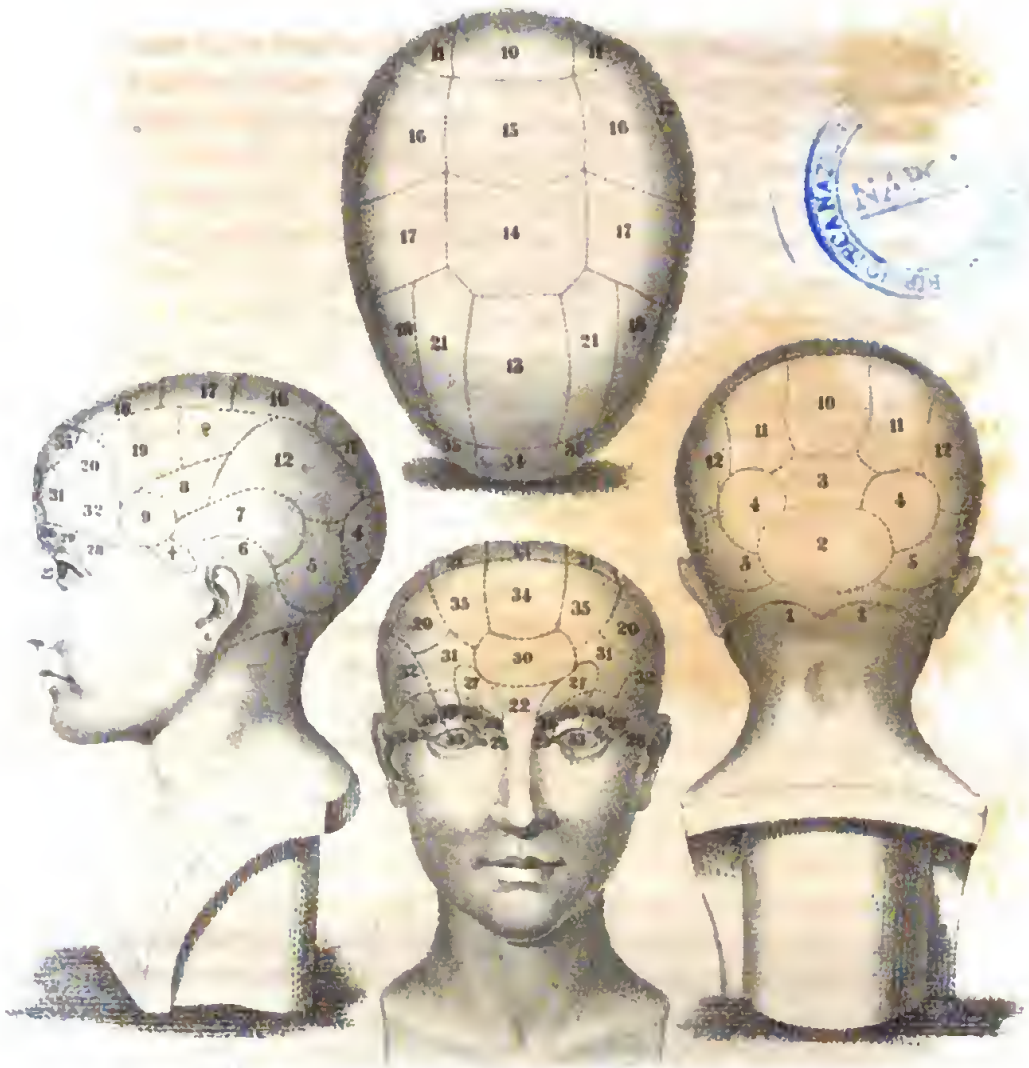
Wenn nun aber auch im Allgemeinen die Harmonie zwischen der Hirn- (oder Schädel-) Bildung und dem geistigen Leben der Thiere und Menschen kaum noch von einem Physiologen

bestritten wird, so findet doch die eigentlich nur consequent daraus folgende Behauptung der Phrenologen, daß die specielle Form und Größe des Hirns stets in Harmonie stehe mit der speciellen oder individuellen geistigen Begabung, noch vielen Widerspruch. Wenn Sie den Gegenstand noch nicht kennen oder vielleicht nur aus den Berichten der Gegner kennen, so dürfte es mir schwerlich gelingen, Ihnen in den wenigen Zeilen, die mir hier für diesen Zweck zu Gebote stehen, einen richtigen Begriff von einer Lehre zu geben, die von Theologen und Philosophen, meist ohne sie näher zu kennen, gleich heftig angefeindet worden ist, von deren allgemeiner Richtigkeit aber nichts desto weniger gar viele unbefangene und denkende Beobachter vollkommen überzeugt sind.

Bei solcher Ueberzeugung muß ich nothwendig die Phrenologie für den wichtigsten Theil der Anthropologie halten, und ich kann diesen Brief über den Menschen trotz jenes Bedenkens unmöglich schließen, ohne Ihnen einen kurzen Ueberblick von Gall's Lehre, der sogenannten Phrenologie, zu geben. Ich halte das für um so nöthiger, da diese Lehre von den Wenigen, die sie kennen, eben so oft überschätzt, als von denen, die sie nicht kennen, falsch beurtheilt wird.

Gall und seine Nachfolger, die Phrenologen, haben durch Beobachtungen nachgewiesen, daß bei gesunden Menschen eine gewisse Uebereinstimmung zwischen der Kopfform und den Richtungen des Geistes und Gemüthes, mit einem Worte, der Seelenthätigkeit stattfindet. Diese empirischen Erfahrungen haben sich zum Theil so vielfach bestätigt gefunden, daß an der Wahrheit eines solchen constanten Verhältnisses, zwischen der Form und Beschaffenheit des Gehirns und den Phänomenen des Geistes (der Seele) eigentlich gar nicht mehr gezweifelt werden kann.

Wenn Sie die Köpfe Ihrer Mitmenschen mit einiger Aufmerksamkeit betrachten und vergleichen wollen, so werden Ihnen sehr bald auffallende Unterschiede ihrer Formen in die Augen fallen. Diese Unterschiede sind, wie nichts in der Natur, nicht zufällig und bedeutungslos, sie hängen vielmehr ab von der Form des Hirnkörpers, und diese steht in Harmonie mit der individuellen Geistes- oder Charakterentwickelung. Sollten Ihnen zufällig einige besonders auffallende Kopfformen von Personen,



# ERLÄUTERUNG

## der phrenologischen Büste nach Combe.

### GEFÜHLSVERMÖGEN

1 Cerebellum (Geschlechtstrieb)
2 Jungenliebe
3 Einheitstrieb
4 Anhänglichkeitstrieb
5 Bekämpfungstrieb
6 Zerstörungstrieb
+ oder 6ª Nahrungstrieb
7 Verstellungstrieb
8 Eigenthumstrieb
9 Mechanischer Sinn
10 Selbstachtung.
11 Beifallsliebe
12 Behutsamkeit.
13 Wohlwollen
14 Ehrfurcht.
15 Festigkeit
16 Gewissenhaftigkeit ?
17 Hoffnung ?
18 Wundersinn
19 Idealität od. Sinn f. d. Schöne
? Unbestimmt
21 Nachahmungssinn ?

### INTELLECTUELLE VERMÖGEN.

22 Gegenstandssinn ?
23 Formensinn.
24 Grössensinn
25 Gewichtsinn
26 Farbensinn
27 Ortssinn
28 Zahlensinn
29 Ordnungssinn.
30 Thatsachensinn
31 Zeitsinn
32 Tonsinn
33 Sprachsinn
34 Vergleichender Scharfsinn
35 Schlussvermögen
20 Witz.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

deren Geistesrichtung Sie kennen, vorschweben, so entsinnen Sie sich einmal, ob nicht einer darunter war, dessen Kopf in der Richtung der Ohren sehr breit und der zugleich sehr heftig ist? oder ein Anderer mit großem Wohlwollen, und über der Stirn besonders hoch aufsteigendem Kopf? oder Jemand, dessen Hinterkopf weit hervorragt, und der eine große Vorliebe für Kinder zeigt? oder ein stolzer Charakter, mit stark nach hinten hervortretendem Scheitel? — An die hohen und breiten, hervorragenden Stirnen, dieses Abzeichen der großen Denker aller Zeiten, brauche ich Sie kaum zu erinnern, und ein Beispiel dafür liegt Ihnen nahe in jedem Bild des Verfassers des Kosmos. Das Alles sind aber nur isolirte Beispiele, die von den Phrenologen specieller verfolgt, zu einer bestimmten Lehre ausgebildet wurden, deren Grundprincip folgendes ist: Das Gehirn, welches bei gesunden Menschen auch die Form des Schädels bedingt, besteht aus einer Mehrheit von Organen, deren jedes der Sitz (die Ursache oder das Werkzeug) einer besonderen Seelenthätigkeit ist, und aus deren Größenverhältniß man daher auf die Seelenthätigkeitsart (auf Intelligenz und Charakter) des Individuums schließen kann, denn mit ihrer Größe wächst unter übrigens gleichen Umständen auch ihre Kraft.

Dieser Fundamentalsatz der Phrenologie ist bis jetzt allerdings nur empirisch, durch ausnahmslose Coincidenz äußerer Formverhältnisse mit gewissen Geistesrichtungen erwiesen worden. Getrennte Organe für die einzelnen Geistesfähigkeiten im Hirnkörper selbst nachzuweisen, ist noch nicht gelungen, und deshalb wäre es vielleicht angemessener gewesen, wenn man diese Hirnregionen von ungleicher Wirksamkeit auch noch nicht Organe genannt hätte. Es ist durch diese etwas voreilige Bezeichnung der Anerkennung der Sache Schaden zugefügt worden. — Durch sehr zahlreiche Beobachtungen glauben die Phrenologen, den besonderen Sitz von einigen dreißig sogenannten Grundkräften der Seele im Hirn des Menschen erkannt zu haben. Sie sehen dieselben auf der beistehenden aus Noel's Phrenologie entlehnten Tafel V. an idealen Köpfen bezeichnet. Bedenken Sie aber dabei, daß nicht alle auf dieser Büste numerirten Hirnregionen mit gleicher Schärfe nachgewiesen und in ihren Wirkungen charakterisirt

ſind (bei einigen iſt das durch ein ? angedeutet), und daß die Grenzen auf einer ſolchen Zeichnung nothwendig ideal ſein müſſen, da es nur die mittleren Reſultate ſehr vieler Beobachtungen ſind. Und bedenken Sie ferner, daß Sie mit Hülfe einer ſolchen Tafel noch kein Phrenolog ſind, der es wagen dürfte, über irgend eine Kopfform zu urtheilen. Alles in der Welt will gelernt und geübt ſein. Sehnen Sie ſich nach einem etwas tieferen Blick in die Sache, nun ſo leſen Sie zunächſt Noel's Buch[32]) mit Aufmerkſamkeit, dann werden Sie ſchon von ſelbſt jedes voreilige Urtheil zurückhalten.

Die Grundkräfte der Seele, oder vielmehr die Organe, als deren Thätigkeitsäußerungen ſie betrachtet werden, ſind nach Anſicht der Phrenologen in gewiſſem Grade unabhängig von einander, d. h. es kann z. B. bei einem Menſchen das Organ, welches Wohlwollen äußert, ſehr groß ſein, während das unmittelbar daneben liegende Schlußvermögen klein iſt. Dieſer Menſch wird dann ſehr geneigt ſein, Anderen Gutes zu thun, ohne das immer mit der gehörigen Ueberlegung auszuführen. Oder wenn etwa gleichzeitig mit dem Wohlwollen der Erwerbstrieb groß iſt, ſo wird ein innerer Kampf dieſer beiden Gefühle entſtehen, das eine wird gern geben, das andere gern behalten wollen. In dieſen Beiſpielen iſt nur die Wirkungsweiſe von drei Organen berückſichtigt; Sie dürfen aber nicht vergeſſen, daß jeder gewöhnliche Menſch alle Organe (nur in ungleichem Grade entwickelt) beſitzt, und daß ſeine Gedanken und Handlungen das Reſultat ihrer Geſammtwirkung ſind. Nicht gerade daß bei jeder einzelnen Handlung jedes Organ mitwirken müßte, jedesmal aber alle die, welche mit der Handlung in einiger Beziehung ſtehen, und unter ihnen werden dann die größeren oder mehr angeregten den Ausſchlag geben.

Man hat, wie Sie wiſſen, die Phrenologie vielfach benutzt, um die Charaktere oder ſpeciellen Fähigkeiten der Menſchen an ihrer äußeren Kopfform zu erkennen. Aber das iſt jedenfalls eine ſchwierige Aufgabe, die, wenn ſie mit befriedigendem ſpeciellen Erfolg gelöſt werden ſoll, außerordentliche Uebung und großen Scharfblick erfordert. Das Hervortreten der einzelnen Organe (Hirnregionen) iſt gewöhnlich ſehr wenig merklich, nur ausnahmsweiſe bilden ſie, wenn groß, beſondere kleine

Erhöhungen des Schädels. Manche derselben sind dem Umfange nach sehr klein oder liegen unter Stellen der Hirnschale, wo diese zuweilen ungleiche Dicke besitzt. Dann wirken auch specielle physiologische Momente, wie Temperament, Gesundheitszustand, Uebung und Erziehung, große, oft schwer zu würdigende Einflüsse auf die Thätigkeitsweise der Organe aus. Alles das stört den Erfolg und hat gar oft zu falschen Urtheilen veranlaßt, aus denen man dann auf die Unrichtigkeit der Lehre schloß, anstatt auf die Ungeschicklichkeit oder Charlatanerie der Schüler. Beschränkt man sich hingegen darauf, besonders auffallende Kopfformen zu beurtheilen, so ist es schon leichter, eine gewisse Sicherheit des Urtheils zu erlangen, da die Thätigkeit sehr überwiegender Organe nie ganz unterdrückt werden kann.

Indessen scheint mir, daß überhaupt die Beurtheilung aus der äußeren Form, die eigentliche Craniοskopie, so interessant sie Vielen erscheinen mag, der minder wichtige Theil der ganzen Lehre sei. Für ungleich wichtiger halte ich das Erkennen im gewissen Grade unabhängiger Gehirnfunctionen, deren Summe die Seelenthätigkeit, den Geist und Charakter des Individuums ausmacht, und die einzeln bei den einzelnen Individuen verschieden entwickelt sind. Das ist nothwendig die Grundlage einer ganz neuen Psychologie und Moralphilosophie. Es ist ein Satz, der in seinen Folgen alle Ungleichheiten, alle Räthsel und Widersprüche des menschlichen Charakters erklärt. Ein Satz ferner, welcher das hellste Licht auf die ungleichen Charaktere und Kopfformen der Nationen wirft, der erklärt, warum die Franzosen in der Regel eitler sind als die Deutschen, warum die Caraiben grausam sind, und warum die Hindu's kein Fleisch essen u. s. w. Er erklärt freilich an sich noch nicht, wodurch diese Unterschiede der Nationen entstanden sind, aber er zeigt, daß, da die Kopfformen in gewissem Grade erblich sind, auch die Sitten, Gebräuche und Charaktere es in gewissem Grade sein müssen. Je höher die Nationen stehen, desto größer sind die individuellen Verschiedenheiten in denselben, desto mehr weichen Einzelne oft von dem allgemeinen Charakter ab, aber stets wieder in Uebereinstimmung mit ihrer Kopfform. Dagegen ist

nicht zu erwarten, vielmehr naturgesetzlich unmöglich, daß der Charakter und die Befähigung ganzer Nationen sich in kurzen Zeiträumen, d. h. in wenigen Menschenaltern, sehr wesentlich ändern.

Die locale und specifische Verschiedenheit der Hirnthätigkeit ist keineswegs etwa nur durch leichtfertige und unsichere Beobachtungen ermittelt. Gall, welcher schon in früher Jugend durch den Umstand, daß alle seine Schulkameraden, die hervorstehende Augen hatten, gut auswendig lernten, auf den Zusammenhang zwischen Körperform und Geistesthätigkeit aufmerksam wurde, suchte durch sein ganzes Leben stets nach hervorragenden extremen Beispielen; er untersuchte vorzugsweise die Köpfe solcher Menschen, die sich während ihres Lebens durch irgend eine besondere hervorragende Eigenschaft, oder durch den Mangel einer solchen auszeichneten, und aus dergleichen extremen Fällen erkannte er nicht nur die Selbstständigkeit, sondern auch die Localität der besonderen Hirnthätigkeit. Dabei aber betrachtete er nie ein Organ als erwiesen, bis er die Hirnregion und ihre Function: bei mehreren Individuen groß gefunden hatte, die in anderer Beziehung sich keineswegs auszeichneten, und bei mehreren Individuen klein, die in vielen anderen Beziehungen bedeutende Naturgaben besaßen, während kein an gesunden Menschen beobachteter Fall das Gegentheil zeigte.

Diese zugleich positive und negative Art der Beweisführung, welche später von allen wahren Phrenologen befolgt wurde, kann bei gewissenhafter Anwendung und hinreichender Zahl der Beobachtungen keinen Zweifel über die Selbstständigkeit sowohl, als über die Coincidenz der Function mit der äußeren Form zurücklassen.

Bedenken wir dazu noch, daß Gall die Organe alle einzeln und ohne Ordnung aufgefunden hat, indem er die Köpfe von Menschen, die sich durch irgend eine Eigenschaft besonders auszeichneten, untersuchte und mit anderen Köpfen verglich, und daß es sich erst, nachdem er eine große Anzahl derselben gefunden, zu seiner eigenen Ueberraschung ergab, daß die ihrer Function nach verwandten Organe in Gruppen beisammen liegen, so daß man z. B. ganz zweckmäßig mit Noel folgende sechs Kopfregionen unterscheiden kann, die aber freilich auch keinen

größeren Werth haben, als alle naturwissenschaftlichen Abtheilungen, nämlich Erleichterung der Uebersicht.

1) Die hintere Basilarregion (das Cerebellum oder kleine Gehirn) als Sitz des Fortpflanzungstriebes und vielleicht, wie neuere Forschungen zu erweisen scheinen, noch einiger anderen Functionen. Diese Region ist auch anatomisch verschieden und abgesondert vom „großen Gehirn" erkannt worden.

2) Die seitlichen Basilartheile (Umgebungen der Ohren) als Sitz der sogenannten niederen, egoistischen, für die Selbsterhaltung unmittelbar nöthigen Anlagen: Nahrungstrieb, Zerstörungstrieb, Kampflust, Vorsicht, Erwerbstrieb.

3) Den hinteren Kopftheil (zunächst über dem Cerebellum), als den Sitz der Bedingungen des geselligen Zusammenlebens, besonders der Familie, wie Kinderliebe und Anhänglichkeit.

4) Die hintere Wirbelgegend, als den Sitz der vorzugsweise auf das Ich bezüglichen höheren egoistischen Anlagen, wie Selbstachtung und Beifallsliebe.

5) Den oberen vorderen Kopftheil, als den Sitz der sogenannten höheren moralischen und religiösen Anlagen: Wohlwollen, Ehrfurcht, Festigkeit u. s. w. Diese Region und die obere Abtheilung der folgenden sind es, welche den Menschen vorzugsweise von den Thieren unterscheiden.

6) Die Stirn (den Vorderlappen des Hirns), als den Sitz der Intelligenzorgane, und zwar unten der beobachtenden, die durch die äußeren Sinne Eindrücke der Außenwelt empfangen, oben der reflectirenden.

Andere Phrenologen haben auch wohl nur drei solche Regionen gesondert, nämlich die für Intelligenz, moralische Gefühle und thierische Triebe. Und diese wie jene Gruppen zeigen sich auch in so fern natürlich, als die sie zusammensetzenden speciellen Organe in den meisten Fällen gemeinschaftlich stark oder gering entwickelt sind, wodurch dann ein entschiedener Charakter ohne auffallende Widersprüche entsteht.

Bedenken wir auch, wie ganz im Allgemeinen das Vorherrschen oder Zurückweichen (bei Thieren sogar gänzliche Mangeln) einzelner dieser Kopfregionen mit den Charaktereigenschaften und der psychischen Natur von Völkerstämmen, Nationen und Familien, und selbst von Thiergattungen übereinstimmt, ja wie sogar bei Männern und Frauen in dieser Beziehung allgemeine, dem männlichen und weiblichen Charakter entsprechende Unterschiede der herrschenden Kopfform stattfinden, so sprechen diese allgemeinen Coincidenzen offenbar nicht wenig für die Wahrheit der speciellen Grundlagen, aus welchen diese Allgemeinheiten abgeleitet sind.

Was die Thiere betrifft, so will ich Sie hier nur auf einen sehr bezeichnenden Unterschied aufmerksam machen, der zwischen allen Köpfen der Pflanzenfresser und Fleischfresser stattfindet. Die ersteren zeigen die Region des Zerstörungstriebes außerordentlich schwach entwickelt, die letzteren dagegen um so stärker, je grausamer sie sind.

Doch ich kehre von diesen Resultaten der Formbeobachtung, die Vielen schwer fällt und leicht falscher Deutung oder dem Mißbrauche unterliegt, noch einmal zurück zu dem Aufschluß, den die von den Phrenologen aufgefundene und früher schon ähnlich von den schottischen Philosophen Reid und Steward [34]) aus psychologischen Beobachtungen geschlossene Zerfällung aller Seelenthätigkeit in gewisse ziemlich selbstständige Richtungen gewährt, um Ihnen, abgesehen von der Form des Schädels, zu zeigen, daß sie geeignet ist, die wichtigsten Erscheinungen des Menschenlebens zu erklären. Zur Naturgeschichte des Menschen

gehörend, auf Beobachtungen seiner Natur begründet, scheinen mir solche Betrachtungen allerdings auch in den Bereich dieser Briefe zu passen.

Jeder gewöhnliche Mensch besitzt, nach der Ansicht der Phrenologen, in gewissem Grade alle die einzelnen Grundkräfte der Seele, welche sie ermittelt zu haben glauben. Herrscht aber davon eine oder herrschen mehre im Vergleich gegen die übrigen vor, so bedingt das irgend einen individuellen Charakter, und bei der großen Zahl der einzelnen Grundkräfte sind so unendlich viele Modificationen des Vorherrschens oder Untergeordnetseins derselben möglich, daß die factische individuelle Charakterungleichheit fast aller Menschen gar nicht auffallen kann, wie denn auch das Aeußere zweier Menschen nie ganz gleich ist. — Wir sind gewohnt, gewisse Charaktere gut, andere schlecht (böse) zu nennen; solche Ausdrücke dürfen aber durchaus nicht absolut verstanden werden, denn es dürfte wohl kaum vorkommen, daß alle Gedanken oder Handlungen irgend eines Menschen absolut gut, oder die eines anderen absolut schlecht zu nennen wären; an Jedem wird etwas zu tadeln, an Jedem etwas zu loben sein, und man darf deshalb, streng genommen, wohl kaum irgend einen menschlichen Charakter allgemein gut oder schlecht nennen, denn einzelne Eigenschaften werden stets mit diesen allgemeinen Bezeichnungen in Widerspruch stehen. Von solchen Widersprüchen des Charakters spricht man auch im gemeinen Leben, gewöhnlich aber nur dann, wenn sie besonders grell hervortreten, so daß ihre Vereinigung zu einem Ganzen fast undenkbar erscheint. Vom phrenologischen Standpunkte aus sind solche Widersprüche sehr leicht zu erklären, weil sie von der Entwickelung und Thätigkeit der einzelnen von einander in gewissem Grade unabhängigen Grundkräfte herrühren, die zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Combinationen thätig sein können.

Hier scheint es nun nöthig, zunächst die Fragen zu beantworten: was ist eigentlich gut, was schlecht oder böse? sowie: giebt es gute und schlechte oder böse Grundkräfte? — Die Phrenologen Gall, Spurzheim, Combe, Noel u. s. w. haben das vortrefflich entwickelt. Das Gute ist im Grunde nichts Anderes, als die normale, das Böse nichts Anderes,

als die abnorme Thätigkeit jeder Grundkraft der Seele. Die normale Thätigkeit eines jeden Organs (jeder Grundkraft) wirkt zum Wohle des Individuums sowohl als der ganzen Menschheit, die abnorme, zu geringe, zu große oder krankhafte Thätigkeit jedes Organes dagegen wirkt zum Nachtheil des Individuums oder der Menschheit, oder beider. Wir sind nun aber gewohnt, diejenige unnormale Thätigkeit von Organen oder Grundkräften, welche vorzugsweise zum Nachtheile anderer Individuen wirkt, bös oder schlecht zu nennen, z. B. die zu große Thätigkeit von Kampflust, Zerstörungstrieb, Verheimlichungstrieb, Erwerbstrieb u. s. w., sowie die zu geringe Thätigkeit von Wohlwollen, Ehrfurcht, Festigkeit, Anhänglichkeit, Kinderliebe u. s. w. — Diejenige unnormale Thätigkeit dagegen, welche nur dem Individuum, nicht aber seinen Mitmenschen nachtheilig, den letzteren zuweilen sogar scheinbar vortheilhaft oder angenehm ist, nennen wir nicht böse oder schlecht, sondern auf verschiedene Weise; z. B. religiöse oder poetische Schwärmerei, wenn sie von zu großer Ehrfurcht, Idealität (Wundersinn, Hoffnung?) oder dergleichen herrührt; Schwäche, wenn das Wohlwollen zu thätig, der Zerstörungstrieb oder die Festigkeit zu unthätig ist; Eitelkeit, wenn die Beifallsliebe zu stark wirkt; Feigheit, wenn Vorsicht zu groß und Kampflust zu gering ist; Dummheit, wenn gewisse Organe der Intelligenz zu schwach sind; einseitiges Talent, wenn einzelne der letzteren unverhältnißmäßig stark thätig sind, was sowohl für Andere, als auch für das Individuum selbst, z. B. bei einem Musiker oder Dichter, hohen Genuß bringen kann, aber dennoch als eine einseitige, unnormale, der allseitigen Entwickelung etwas hinderliche, oder der Gesundheit nachtheilige Entwickelung anzusehen ist u. s. w. — Im Allgemeinen kann man wohl sagen, daß eine ungewöhnlich starke Thätigkeit der Organe der Intelligenz und auch der sogenannten höheren Gefühle sich besser mit dem Wohle des Individuums und der Menschheit verträgt, als eine vorherrschend starke Entwickelung der egoistischen Gefühle und besonders der niederen Triebe, und daß die Entwickelung ganzer Gruppen immer naturgemäßer ist als die einzelner Organe; welches aber der wahre normale Grad der Größe und Thätigkeit jeder Grundkraft, vielmehr

welches das wahre richtige Verhältniß der einzelnen Grundkräfte (oder ihrer Organe) sei, wird wohl für alle Zeiten kaum je scharf zu bestimmen sein. Am unsichersten bleibt daher die nähere Bestimmung des üblichen Ausdruckes: gut. Wir Menschen scheinen besonders geneigt zu sein, alle Handlungen eines Individuums gut zu nennen, welche Anderen zum Wohle gereichen, wenn sie auch dem Individuum selbst nachtheilig, oder überhaupt unnormal sein sollten und vielleicht auch in ihren Nachwirkungen der Gesellschaft Schaden bringen. Zu starke Aeußerungen des Wohlwollens werden, wenn sie auch der Existenz des Individuums Gefahr drohen, dennoch gut genannt; ich brauche Sie da nur an die sehr übliche Redensart: „ein guter dummer Kerl" zu erinnern.

So viel ist gewiß, daß die Organe der Intelligenz und der sogenannten moralischen Gefühle ohne Nachtheil, ja vielmehr zum Vortheil des Individuums und der Menschheit viel stärker entwickelt sein könnten, als es bei den meisten Menschen der Fall ist. Wie in der Kopfform, so auch in der psychischen Beschaffenheit würden wir uns dadurch immer mehr über die Thiere erheben, wie es die edelsten Männer aller Jahrhunderte in beiden Beziehungen gethan haben. Wenn Ihnen die Büsten oder Porträts und Biographien eines Melanchthon, Howard, Oberlin, Washington u. s. w. zu Gebote stehen sollten, so werden Sie sich leicht davon überzeugen können. — Ob man aber deshalb sagen könne, die meisten civilisirten Menschen seien in dieser Beziehung nicht normal, sondern zu gering entwickelt, oder ob nicht vielmehr der normalen Entwickelung nach dieser Seite (der Vervollkommnung) hin, eben weil es die Seite des Fortschrittes ist, ein besonders großer Spielraum gelassen sei, dürfte schwer zu entscheiden sein, wie denn überhaupt solche Begriffe, wie normal und unnormal, wohl niemals scharf zu umgrenzen sind. Ein dem Individuum nachtheiliges Uebermaß kann aber gewiß auch bei der Entwickelung dieser edlen Geisteskräfte und Kopfregionen eintreten, besonders wenn etwa nur einzelne Organe derselben sich vorzugsweise mächtig entwickeln, wodurch stets eine gewisse Disharmonie entstehen muß.

Die unnormale Thätigkeit der Grundkräfte kann, wie erwähnt, nach zwei Richtungen hin stattfinden, sie ist entweder

zu gering oder zu groß, beides kann durch ein Mißverhältniß der Organe oder durch krankhaften Zustand derselben phrenologisch erklärt werden. Die zu geringe Thätigkeit erreicht ihr Extrem im Blödsinn, die zu große im Wahnsinn (Manie). Es giebt nun aber partiellen Blödsinn und partiellen Wahnsinn (Monomanie), ja man kann sogar behaupten, die meisten Blöd- und Wahnsinnigen sind es nicht total, einzelne Geisteskräfte wirken fast immer noch normal, wenn auch viele erkrankt sind. Diese Zustände liefern besonders kräftige Beweise für die (theoretische) Selbstständigkeit der einzelnen Geistesthätigkeiten, sie lassen sich, wie Sie einsehen werden, außerordentlich leicht durch die Lehren der Phrenologie erklären.

Es giebt viele Blödsinnige (Cretins, Idioten), bei denen die meisten Seelenkräfte zu gering oder gelähmt sind, bei denen aber doch immer noch einzelne sich kräftig äußern, die sich meist sehr leicht auf eine oder mehre der phrenologischen Grundkräfte zurückführen lassen, z. B. auf Geschlechtstrieb, Nahrungstrieb, Verheimlichungstrieb, Kinderliebe und dergleichen. Es sind sogar Fälle bekannt, in welchen in allen übrigen Beziehungen wahre Cretins als geschickte Uhrmachergesellen benutzt werden konnten. Bei ihnen war offenbar der Bausinn, vielleicht nebst einigen anderen Organen, von dem zu geringen oder krankhaften Zustande ausgenommen.

Einen Menschen, bei dem die Intelligenz und die moralischen Gefühle normal, alle übrigen Seelenkräfte aber höchst mangelhaft oder gar nicht entwickelt wären, würde man nach den gewöhnlichen Begriffen allerdings nicht blödsinnig nennen; es scheint aber überhaupt ein solcher Fall kaum vorzukommen, sondern vielmehr ein Gesetz der Natur zu sein, daß bei Vernachlässigung ihrer Vorschriften zuerst die edleren Organe, die den Menschen über das Thier erheben, leiden oder verloren gehen, die den Thieren und Menschen gemeinschaftlichen aber gewissermaßen zäherer Natur sind, — mit anderen Worten, daß Mißbildungen kein Vorschreiten, sondern ein Rückschreiten der Organisation bedingen.

Der partielle Wahnsinn zeigt oft auf das Entschiedenste die selbstständige krankhafte (deprimirte oder überreizte) Thätigkeit einzelner Seelenkräfte, und die dabei zu beobach-

tenden Erscheinungen stimmen offenbar wieder sehr mit den phrenologischen Grundkräften überein. Ich brauche nur an ein Paar der gewöhnlichsten und bekanntesten Fälle zu erinnern: Ein Monomanist glaubt, er sei von Glas und könne zerbrechen, ein anderer, er sei von Butter und könne zerschmelzen; wird das nicht großentheils erklärt durch das Erkranken der Grundkraft, welche die Phrenologen mit dem Namen Vorsicht bezeichnen? Wie oft halten sich nicht Monomanisten für Könige oder Kaiser, und ist das nicht die Folge kranker Selbstachtung? Manche glauben dagegen, sie würden von allen Potentaten der Erde ausgezeichnet, diese sind selten stolz wie jene, gewöhnlich vielmehr kriechend, wie echte Hofleute, — erklärt sich das nicht durch kranke Beifallsliebe? — Manche halten sich für Jesus oder für Gott selbst, — sollten bei ihnen nicht Ehrfurcht und Selbstachtung krankhaft überreizt sein? — Einige zählen, rechnen oder schwatzen fortwährend, — muß man da nicht an erkrankten Zahlen- oder Wortsinn denken? — Anhänglichkeit, Kinderliebe, Geschlechtstrieb, Zerstörungstrieb und andere phrenologische Grundkräfte treten oft eben so isolirt durch Monomanie hervor, aber es würde mich hier zu weit führen, wenn ich mehr versuchen wollte, als einige Beispiele anzudeuten, die Sie sich wohl leicht aus eigener Erfahrung vervollständigen können. Ich bemerke nur noch, daß häufig auch mehre Grundkräfte krankhaft wirken und daß außer den erkrankten immer auch die vorherrschenden gesunden auf die speciellen Richtungen der Monomanie einwirken werden, so daß man bei genauer Kenntniß ihrer Kraftverhältnisse und aller äußeren Einwirkungen wahrscheinlich alle speciellen Erscheinungen der Monomanie auf ihre nächsten Ursachen zurückführen könnte. Wenn das persönliche Bewußtsein eine selbstständige Grundkraft sein, und es demnach ein besonderes Organ für dasselbe geben sollte, was aber noch nicht durch Beobachtung gefunden oder angedeutet ist, so könnten durch dessen Erkrankung allerdings einige der angeführten Fälle eine etwas andere Erklärung finden, so nämlich, daß dann vorherrschende Vorsicht, Selbstachtung, Beifallsliebe oder Ehrfurcht nur die Art der Personverwechselung des Individuums bedingten, nichts

desto weniger aber würde auch dadurch die Selbstständigkeit der Grundkräfte documentirt.

Die Monomanie, die so entschieden für die Selbstständigkeit einzelner geistiger Grundkräfte und somit auch für die Wahrheit der Phrenologie spricht, ist zugleich ein Gebiet, auf welchem die letztere eine sehr wichtige praktische Anwendung finden kann; denn offenbar wäre es ein großer Gewinn für die Behandlung der Irren, wenn man wüßte, in welchem Kopftheile die Krankheit ihren Sitz hat.

Ich kehre aber von diesen extremen oder krankhaften Erscheinungen zurück zu denen des gewöhnlichen Lebens, um auch hier an ein Paar Fälle zu appelliren, in denen ein Jeder die Selbstständigkeit von Geistes- oder Seelenkräften beobachten kann, die sich auf von den Phrenologen gefundene zurückführen lassen. — Wie verschieden sind nicht die angeborenen Fähigkeiten, Talente und Charaktere der Menschen! Wie oft kommt es nicht vor, daß Jemand in einer Kunst, in einem Zweige der Wissenschaft ganz hervorstechend sich auszeichnet, während er in einigen anderen mit der größten Anstrengung nichts zu leisten vermag! Wie Viele giebt es nicht, denen es leicht wird, Töne oder Melodieen zu unterscheiden und zu merken (Tonsinn), während sie für Zahlen oder Namen (Zahlensinn oder Wortsinn) nur ein schlechtes Gedächtniß besitzen. Bei Anderen findet der umgekehrte Fall statt; noch Andere merken Formen (Formensinn) leichter als Farben (Farbensinn) u. s. w. — Diese Fälle sind fast allgemein anerkannt, und man wird Niemand im Allgemeinen dumm nennen, weil er ein schlechtes musikalisches Gehör oder ein schlechtes Gedächtniß für Zahlen besitzt. Ebenso giebt es z. B. sehr geachtete Künstler, die nie im Stande sein würden, eine philosophische Abhandlung zu schreiben oder auch nur zu verstehen; doch muß ich hier beiläufig zugleich bemerken, daß wahre und bedeutende Kunstleistung nie aus einem ganz einseitigen Talent hervorgeht. Um auf den ganzen Menschen zu wirken, muß man in gewissem Grade ein ganzer Mensch sein, nicht ein einseitiger; immer werden aber ausgezeichnete Künstler die entsprechenden Fähigkeiten vorzugsweise entwickelt besitzen, und das eben giebt ihnen die besondere Richtung.

Weniger anerkannt ist der Theil unseres Satzes, der sich

auf die urſprüngliche ſpecielle Verſchiedenheit der Menſchen in Hinſicht auf die Gefühle, auf den Charakter bezieht. Faſt in der Regel wird Jemand entweder für gefühlvoll oder für nicht gefühlvoll, für gut oder für ſchlecht erklärt. In der That aber giebt es genug Menſchen, die gewiſſe Gefühle in ſehr hohem Grade äußern, während andere ihnen faſt ganz abgehen. — Einer iſt fromm bis zur Bigotterie (Ehrfurcht groß), aber nicht im Geringſten mitleidig (ohne Wohlwollen), ein Anderer ſehr mitleidig, ohne fromm zu ſein. Ein Dritter opfert für ſeine Kinder Alles (Kinderliebe), aber Nichts für ſeine Mitmenſchen (Wohlwollen gering); ein Vierter iſt der treueſte Freund oder Gatte (Anhänglichkeit), und doch beſitzt er keine Achtung vor fremdem Eigenthum (moraliſche Gefühle gering, Erwerbstrieb groß), er ſtiehlt. Sind nicht wahrhaft rührende Beiſpiele dieſer Art bei Verbrechern oft genug beobachtet worden? — Aehnliche ſcheinbare Widerſprüche des Charakters ließen ſich unzählige aus dem Leben anführen; die Phrenologie lehrt uns, wie ſie zu erklären ſind, ſie lehrt uns, daß alle unſere beſonderen Neigungen und Eigenſchaften von der Entwickelung und Verbindung beſonderer Organe, deren Zuſtande und dem Einfluſſe der Außenwelt auf ſie abhängig ſind.

Man iſt nur zu gewöhnt, den Menſchen das Böſe und das Gute als das Reſultat ganz freier Wahl anzurechnen; ſollte aber der Menſch rückſichtlich ſeines Charakters freier ſein als rückſichtlich ſeines Verſtandes? Wenn Jemand wenig Verſtand beſitzt, das wird ihm nicht als eigene Verſchuldung angerechnet, wohl aber wenn er wenig Mitleid oder wenig Frömmigkeit äußert. In einer gewiſſen Freiheit bewegen ſich unſere Gefühle, aber dieſe Freiheit hat ihre Grenzen; ſie iſt bedingt durch die Mannichfaltigkeit der Eindrücke und Gefühle; von dem Caraiben verlangen, daß er ſeinem Feinde Gutes thue, iſt nicht weniger, als von einem Idioten verlangen, daß er ein Philoſoph werde, und welcher von Beiden iſt mehr Schuld daran, daß er's nicht kann?

Man hat auch wohl geſagt: der weiſeſte Egoiſt muß nothwendig der beſte Menſch ſein. Etwas Wahres iſt daran, d. h. die weiſeſte Fürſorge für das wahre eigene Wohl würde ebenfalls ſtets die beſten Handlungen vorſchreiben; aber ganz unrichtig

iſt es, alle guten oder ſchlechten Handlungen der Menſchen für das Reſultat einer weiſen oder unweiſen Abwägung ihrer Folgen ausgeben zu wollen. In den meiſten Fällen handeln wir ohne eine ſolche Abwägung, wir ſtehen dem Bedürftigen bei, weil uns ſein Leid unwiderſtehlich dazu drängt, wir fühlen uns zu Ehrfurcht und Anbetung hingeriſſen, weil die herrliche Natur, oder eine heilige Muſik dieſe Gefühle erweckt; und eben ſo ſind die ſchlechten Handlungen ſehr gewöhnlich das Reſultat einer momentanen Einwirkung, nicht das einer nur klugen ſtatt weiſen Abwägung.

Ich behaupte, wenn Sie Alles unparteiiſch prüfen wollen, ſo werden Sie finden, daß kein anderes philoſophiſches oder pſychologiſches Syſtem uns eine ſo richtige Kenntniß oder vielmehr Beurtheilung, eine ſo objective Anſchauung von uns ſelbſt und von unſeren Nebenmenſchen zu verſchaffen vermag, als die Phrenologie. — Ich meine jetzt nicht etwa durch Unterſuchung der äußeren Kopfform, nein, ich meine jetzt nur dadurch, daß ſie uns befähigt, unſer und unſerer Nebenmenſchen Denken, Fühlen und Handeln auf die urſprünglichen einfachen Quellen, auf die Grundkräfte der Seele zurückzuführen, die noch von keinem philoſophiſchen Syſteme ſo richtig erkannt worden ſind, als von dieſem, wenn auch noch nicht vollendeten, welches nicht aus dem bloßen Nachdenken eines einzelnen, wenn auch noch ſo befähigten Menſchen hervorgegangen iſt, ſondern auf Beobachtungen an der ganzen Menſchheit beruht. Die Denker, die ſogenannten Verſtandsmenſchen, welche bisher gewöhnlich philoſophiſche Syſteme aufſtellten oder ausbildeten, waren nicht befähigt, jene Gefühle und Leidenſchaften gehörig zu beurtheilen, die ſie ſelbſt nie oder doch wenigſtens nicht in hohem Grade empfunden hatten; deshalb iſt gewöhnlich der Theil ihrer Syſteme am meiſten naturgemäß, der ſich mit den Geſetzen des Denkens beſchäftigt, nicht aber der, der es mit einer Analyſe der Gefühle zu thun hat. Ganz anders verfahren die Phrenologen, welche Menſchen und menſchliche Handlungen nicht nach einem ſelbſtgeſchaffenen Ideal beurtheilen, ſondern nach den allgemeinſten Erſcheinungen des Lebens.

Noch kein deutſcher Philoſoph hatte z. B. eine einfache Grundkraft, der Kinderliebe entſprechend, als Theil oder als

Eigenschaft einer (untheilbaren) Seele anerkannt, und wie wichtig, ja wie nothwendig erscheint uns doch eine solche Grundkraft, sobald wir sie einmal kennen. Nie würde allgemeines moralisches, religiöses oder ein ähnliches Gefühl im Stande sein, der Mutter diejenige Zärtlichkeit für kaum geborne Kinder einzuflößen, die zu deren sorglicher Pflege so nöthig ist, eine innige Zärtlichkeit für Kinder, die noch durch nichts unsere Sympathie zu erwecken vermögen, als eben dadurch, daß sie Kinder, oder daß sie unsere Kinder sind. — Wie unabhängig diese Grundkraft von allgemeiner Moralität ist, zeigt sich oft genug dadurch, daß die verworfensten Frauen zuweilen dieses Gefühl in hohem Grade zeigen, während im Uebrigen sehr edle manchmal weniger davon bewegt werden. — Interessant ist dabei die Art, wie Gall die Kinderliebe als Organ entdeckte. Schon lange war ihm der große Unterschied zwischen den Köpfen der Männer und der Frauen in der hinteren Region aufgefallen; da aber noch kein besonderer Fall ihm vorlag, so wagte er auch noch keine bestimmte Deutung, bis endlich mitten in einer Vorlesung, die er zu Wien hielt, die Form eines Affenschädels ihm auffiel. Die bekannte große Jungenliebe der Affen brachte ihn auf den Gedanken, daß diese Region, welche sich auch bei den Frauenköpfen in der Regel so besonders hervorragend zeigt, wohl das Organ der Kinderliebe sein möge, welche uns antreibt, mit Zärtlichkeit für diese kleinen unsere Hilfe so sehr bedürfenden Wesen zu sorgen. Der plötzlich gefaßte Gedanke ergriff ihn so lebhaft, daß er seine Vorlesung schließen mußte. Sogleich verglich er alle ihm zu Gebote stehenden Schädel und Kopfabgüsse. Diese und zahlreiche spätere Beobachtungen überzeugten ihn vollkommen von der Wahrheit jenes Gedankens, und wie die Köpfe der Frauen dieses Organ im Allgemeinen größer zeigen, als die der Männer, so ist auch ihre Zärtlichkeit gegen Kinder in der Regel viel größer.

Was ich hier beispielsweise von der Kinderliebe sagte, gilt noch von mehren anderen durch die Phrenologen bestimmten Grundkräften unseres Geistes, und auch sogar in Enthüllung der Gesetze des Denkens hat sich die Phrenologie so manches Verdienst erworben. So hat sie z. B. gezeigt, daß Auffassung, Gedächtniß und Imagination nicht besondere

Grundkräfte der Seele sein können, sondern daß diese nur Modificationen der Thätigkeit einzelner Grundkräfte sind. Ein Beispiel, welches ich einer Abhandlung von Chenevix entlehne, wird das deutlicher machen. Man stelle dem Auge, dem Werkzeuge des äußeren Sinnes, welcher alles Sichtbare wahrnimmt, eine Reihe von Zahlen, z. B. 1, 2, 3, 4, 5, dar, und es wird zunächst diese Zahlenreihe sehen und dem Geiste mittheilen, wodurch dieser sie auffaßt. Zu dieser Operation ist keine große intellectuelle Fähigkeit nöthig, sie stellt den ersten, den einfachsten Act desjenigen Geistesvermögens dar, welches die Eindrücke der Zahlen empfängt. Bringt man nun die Werkzeuge des Sehens außer Thätigkeit, und bleiben noch Spuren von dem Gesehenen zurück, so sind dies nicht Bilder auf der Netzhaut des Auges, sondern im Geiste (oder Hirn), und es gehört schon größere Anstrengung und höhere Fähigkeit dazu, sie wieder zurückzurufen, nachdem sie verschwunden sind, als sie aufzufassen, während sie vor uns stehen. Dies ist also eine zweite Operation der intellectuellen Thätigkeit und eine höhere als die bloße Auffassung; es ist Gedächtniß, und daß das Gedächtniß in der Scala des Geistes über der Auffassung steht, ist einleuchtend, denn bei Idioten, bei Narren, selbst bei den niederen Thieren ist die Auffassung oft noch thätig, wenn das Gedächtniß erlischt. Man verlange nun von dem, welcher die Zahlen gesehen hat, daß er sie versetze, daß er sie nicht in der Ordnung 1, 2, 3, 4, 5, sondern in irgend einer anderen Reihenfolge wiederhole. Es ist klar, wenn sich der Gefragte derselben nicht mehr erinnerte, so würde diese Zumuthung ganz vergeblich sein; wäre er aber auch im Stande, sich dieselben in's Gedächtniß zurückzurufen, so ist doch wieder eine neue Anstrengung nöthig, um sie in eine andere Ordnung zu bringen, z. B. in die: 4, 2, 5, 1, 3, oder in irgend eine andere. Man mag sie verringern oder vermehren, subtrahiren, dividiren oder multipliciren, oder neue Combinationen hervorrufen, so viel man immer will, so ist es bei allen diesen Operationen nöthig, Alles, was geschieht, aus dem eigenen Geiste heraus zu spinnen. Auffassung sammelt die Materialien, Gedächtniß liefert sie von Neuem aus der Vorrathskammer zu Tage, aber alle die Gestalten, in welche es dieselben einkleidet, sind Erfindungen des

eigenen Geistes, und den Act dieser Umformung nennen wir Imagination. — Nothwendig ist die Anstrengung des Geistes bei der Imagination größer als beim Gedächtniß.

Daraus folgt denn also, daß der niederste Grad der Thätigkeit des Zahlenorgans die Auffassung einer Reihe von Zahlen ist; ein zweiter und höherer ist es, sich derselben zu erinnern, ein dritter und noch höherer, neue Zusammenstellungen vorzunehmen. Ebenso verhält es sich mit dem Farbensinn, Tonsinn u. s. w., und ebenso erklären sich die Unterscheidungen von Gedächtniß für Worte (memoria verbalis) durch Wortsinn, Gedächtniß für Orte (memoria localis) durch Ortsinn, und Gedächtniß für Dinge (memoria realis) durch Sachsinn, welche zu unterscheiden schon die älteren Philosophen sich genöthigt sahen.

Worin aber eigentlich die besondere Thätigkeit, welche man Gedächtniß nennt, bestehe, bleibt uns noch ein Räthsel. Sind es dauernde Aenderungen der Substanz, die gewissermaßen zu künftigem Gebrauch deponirt werden? Einigermaßen läßt sich das Gedächtniß mit den Erscheinungen der Daguerre'schen und Moser'schen Lichtbilder vergleichen, die lange ungesehen auf Metall- oder Glastafeln vorhanden sein können und dann durch einen Hauch plötzlich zum Vorschein kommen. Bei dem, was wir gewöhnlich Imagination nennen, wirken wohl stets mehre Grundkräfte zusammen, wie denn überhaupt die Ausdrücke des gemeinen Lebens sich fast nie auf die isolirte Wirkung einer Grundkraft beziehen, eben weil eine solche im gewöhnlichen Leben fast nie beobachtet wird. Irgend eine Grundkraft herrscht bei unseren Gedanken und Handlungen mehr oder weniger vor, aber eine unbestimmte Anzahl anderer wirkt modificirend ein. Gerade dadurch wird es so schwer, den Ideengang und die Handlungen der Menschen im Voraus zu bestimmen, wenn wir auch das Verhältniß ihrer geistigen Grundkräfte ziemlich gut kennen und die Umstände wissen, in die sie versetzt werden. Doch liegt eine solche Vorausbestimmung nicht ganz außer den Grenzen der Möglichkeit; denn was man freien Willen nennt, ist schließlich nichts Anderes, als das Resultat der stärksten Motive, wie Charles Bray in seiner „Philosophy of Necessity" vortrefflich gezeigt hat.

Auf die Unterschiede der Menschen im Großen und Kleinen, und auf ihre geschichtliche Entwickelung angewendet, muß, wie Sie selbst aus dieser kurzen Darstellung erkannt haben werden, die Phrenologie die lehrreichste Führerin sein. Sie begründet organisch den Unterschied nicht nur der Individuen, sondern auch der Nationen, und zeigt die Möglichkeit, ja die Nothwendigkeit ihrer Entwickelung. Sie zeigt, daß es wirklich eine Aristokratie der Geburt (angeborene Unterschiede) giebt, die nur nicht gerade immer zusammenfällt mit der des Wappens. Sie lehrt uns, daß alle plötzliche Aenderungen socialer Zustände für das Gemeinwohl gefährlich sind, weil das geistige Leben der Völker nicht über Nacht ein anderes werden kann.

Da aber immer höhere Entwickelung ein heiliges unvermeidliches Gesetz der Natur ist, so sind die, welche sich ihr mit äußerer Macht entgegen stemmen, die wahren Urheber gewaltsamer Revolutionen. Die Erfolge, die sie eine Zeit lang erreichen, werden die Ursachen gewaltiger Ueberstürzungen, und das einmal aufgeregte Streben der Völker geräth für die Dauer einer Revolution in Widerspruch mit dem naturgemäßen Ziel, welches der erlangte Grad der Organisation ihnen setzt, und welches einzuhalten die Bemühung aller Besonnenen sein sollte. Aber durch das Gefühl gegen so gewaltigen Strom kaum mäßigend ankämpfen zu können, lassen sich in so bewegter Zeit nur Allzuviele von jedem Versuche dazu zurückschrecken.

Verzeihen Sie mir, wenn auch ich mich in den letzten Worten vielleicht hinreißen ließ, die ursprünglichen Grenzen meines Zieles zu überschreiten, aber auch die großen politischen Bewegungen folgen den allgemeinen Gesetzen der Natur.

## Vierzigster Brief.

# Rückblick.

Lichtenberg sagt: Wenn ein Sandkorn an der Küste von China in das Meer geworfen wird, so müßte zur höchsten Vollkommenheit gesteigerte Beobachtung die Wirkung davon an den Küsten der Ostsee wahrnehmen können.

---

Die Welt mit einem Blicke zu überschauen ist dem Genius keines Sterblichen gewährt. Aber wenn wir Theil für Theil untersuchen, so finden wir überall, wo es uns gelingt, Ursache und Wirkung zu erkennen, auch Harmonie und Nothwendigkeit. Alles greift in einander, Nichts ist überflüssig. So gewinnt man nach und nach eine theilweise Anschauung, ein Ahnen des allgemeinen Zusammenhanges. Diese aber Ihnen mit wenig Worten zu gewähren, wenn Sie dieselbe nicht schon beim Lesen des Kosmos gewonnen haben, kann ich nicht unternehmen, ich kann höchstens in dem Streben nach solcher Uebersicht Sie zu unterstützen versuchen.

Die Anziehung aller Materie, deren Gesetze wir erkannt haben, hat die Himmelskörper geballt, treibt sie durch den Raum und zwingt die kleineren, größere in elliptischen Bahnen zu umkreisen, von denen Licht und Wärme ihnen zustrahlen. Aber die Anziehung oder Gravitation allein reicht nicht aus, um die Bewegungen der Weltkörper zu erklären. Bloße Anziehung würde alles Körperliche um einen Punkt zu vereinigen streben. Wir brauchen, um die wirklichen Bewegungen der Himmelskörper zu deuten, noch eine andere weniger erkannte Kraft. Die eine ist nicht wunderbarer als die andere, denn den Urgrund kennen wir von beiden nicht. Aber in ihrer allgemeinen Gesetzmäßigkeit und nach ihren nächsten Ursachen ist die Gravitation vollständiger erkannt, als jene treibende Ursache, jener erste Stoß, welcher die Weltkörper von ihren Fallrichtungen abgelenkt und in Bahnen gezwungen hat, deren Form das nothwendige Resultat dieser zwei Wirkungen ist. Wenn Sie auf vollkommene Uebereins-

stimmung Verzicht leisten wollen, so können Sie die Bahnen der Himmelskörper mit Pendelschwingungen vergleichen. Fände das Pendel keinen Widerstand in der Luft und am Aufhängungspunkte, so würde es, einmal angestoßen, nach den Gesetzen der Mechanik ewig fortschwingen. Der gewöhnliche Uhrpendel schwingt in einer Ebene, wenn Sie aber eine Kugel an einem Faden aufhängen, mit dem Faden aus der verticalen Richtung bewegen und nun ihr einen Anstoß geben, der nicht genau gegen die Verticalstellung derselben hin oder von ihr ab gerichtet ist, so schwingt sie eine Zeit lang um den Raum ihrer verticalen Stellung herum. Die Bahn, welche dabei die Kugel beschreibt, ist wegen der Hindernisse der Luft und des Aufhängepunktes allemal eine spiralförmige, immer enger werdende, so daß endlich die Kugel im Mittelpunkt, in der verticalen Stellung, zur Ruhe gelangt. Wären aber diese Hindernisse nicht vorhanden, so würde sie bei einem einzigen bestimmten Verhältniß von Stoßrichtung und Stärke eine kreisförmige sein, bei einer zweiten einzigen Stoßrichtung eine geradlinige, in allen anderen Fällen aber eine elliptische. Die factische Spiralform wird Sie nicht verhindern, die Wahrheit dieses Satzes im Versuch zu erkennen, denn die Spiralen, welche eine so aufgehangene Kugel beschreibt, sehen Kreisen, geraden Linien oder Ellipsen sehr ähnlich. Die Erde wirkt bei dieser Bewegung als Centralkörper, und die Unterschiede, welche zwischen ihr und der Bewegung der Himmelskörper stattfinden, sind nur folgende: Die Himmelskörper hängen nicht an Fäden über ihren Centralkörpern, sondern sie bewegen sich frei im Raume, der ihnen so gut als kein Hinderniß bietet, um dieselben, die nicht die Mittelpunkte, sondern stets einen der Brennpunkte der Ellipse einnehmen.

Die Substanz der Weltkörper außer der Erde ist uns unbekannt, wir kennen nur ihre Bewegung und urtheilen aus ihr auf ihre Dichtigkeit. Die einzigen außerirdischen, kosmischen Substanzen liefern die Meteorsteine, in denen bis jetzt nur auf der Erde bekannte Elemente aufgefunden worden sind.

Die Chemiker unterscheiden, wie Sie wissen, einfache Grundstoffe (Elemente) und aus ihnen zusammengesetzte Körper. Sie haben bis jetzt einige Sechzig solche sogenannte Grundstoffe

aufgefunden. Da aber der Natur der Sache nach täglich neue hinzukommen oder einige derselben als zusammengesetzt erkannt werden können, so bezeichnen diese Elemente eben nur den gegenwärtigen Zustand der Chemie. Es würde unverständig sein, sie als die wirklichen Grundstoffe der Erde oder der Welt zu betrachten. Der Speculation reichen schon zwei ihrem Wesen nach verschiedene Grundstoffe aus, um alle stofflichen Verschiedenheiten in der Welt zu erklären. Es lassen sich nämlich zwei Grundstoffe unter unendlich verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden denken, und jedes andere Verhältniß ihrer Verbindung kann nicht nur, sondern muß auch andere Eigenschaften besitzen, sobald die beiden Grundstoffe ihren Eigenschaften nach wirklich verschieden sind. Zur speculativen Construction aller Stoffverschiedenheiten sind also nur zwei grundverschiedene Stoffe nöthig. Deshalb aber nun sogleich annehmen zu wollen, daß es wirklich nur zwei wahre Grundstoffe gebe, würde in den Fehler der meisten sogenannten Naturphilosophen verfallen heißen. Was denkbar ist, ist noch nicht nothwendig und wirklich. Als Naturforscher dürfen wir die Erfahrung nie weit überschreiten, was die Grundstoffe betrifft, müssen wir vielmehr bekennen, daß ihre wahre Zahl uns so unbekannt ist, als ihr Wesen. Das Streben, sie aufzufinden, hat uns aber bis jetzt einige Sechzig Stoffe kennen gelehrt, die noch nicht weiter zerlegt werden konnten.

Bewegung und Erleuchtung sind die beiden Haupterscheinungen, die wir auch fern von der Erde durchforschen können. Sie zeigen in ihren Gesetzen überall Uebereinstimmung, obwohl das Licht der Himmelskörper nicht ganz gleich ist.

Lassen Sie uns aber den Blick abwenden von den Schwindel erregenden Himmelsräumen, um auf der genauer bekannten Erde das Ineinandergreifen aller Dinge weiter zu verfolgen.

Daß die Erde die Sonne umkreist und sich täglich um ihre Are dreht, bringt uns den Wechsel der Zeiten und die mannichfaltig wechselnde Vertheilung von Wärme und Licht, welcher die Organisation der lebenden Geschöpfe unter allen Zonen entspricht. Ja dieser periodische Wechsel hat sich in den Organismen zum Lebensgesetz gestaltet. Allen Pflanzen und Thieren ist eine gewisse Periodicität eigen, welche ursprünglich

von den Conſtellationen der Weltkörper ausgeht, und bei Verſetzungen in andere Erdzonen nur allmälig überwunden und umgeſtaltet wird.

Eine Erde ohne Ekliptik würde Extreme des Klima's bieten, wie ſie mit unſerer Organiſation und mit der der meiſten Pflanzen und Thiere unverträglich iſt.

Unſer Planet beſteht aus Stoffen, die bei der Temperatur, welche er gegenwärtig hat und welche durch die von der Sonne ausgehende Wärmeſtrahlung, trotz beſtändiger Wärmeausſtrahlung in den Weltraum, conſtant bleibt, ſich theils im feſten, theils im flüſſigen, theils im gasförmigen Zuſtande befinden. Auch das iſt eine den Organismen der Erde durchaus nöthige Bedingung, oder vielmehr eine Urſache ihres Seins.

Feſte und gasförmige Beſtandtheile der Erde überwiegen, ſo weit uns durch Beobachtung bekannt, die tropfbar flüſſigen an Volumen, und ſchließen dieſelben zwiſchen ſich ein. Iſt jedoch die Hypotheſe der Geologen richtig, ſo folgt unter der ſtarren Kruſte wieder ein flüſſiger Kern. Die feſten Beſtandtheile der Erde ſind vorherrſchend Erden und Metalle, die in den uns zugänglichen Regionen flüſſigen: Waſſer (Sauerſtoff und Waſſerſtoff), die gasförmigen: Luft (Sauerſtoff und Stickſtoff). Dieſe flüſſigen Hüllen des wenigſtens an ſeiner Oberfläche feſten Erdkörpers würden ſich in einem Zuſtande ewiger gegenſeitiger Ruhe befinden, wenn nicht mehrere Urſachen, beſonders aber die wechſelnde und ungleich vertheilte Sonnenwärme ſowie überhaupt die Stellungen des Mondes und der Sonne mancherlei Bewegungen in ihnen hervorriefen. Auch dieſe Bewegungen würden höchſt einförmig ſein, wenn nicht die Erdare gegen ihre Bahn geneigt, und die Grenzen des Feſten gegen Waſſer und Luft nicht ſo complicirt wären, als ſie es ſind. Daß ſie aber ſo complicirt ſind, iſt offenbar wieder eine Folge der Schiefe der Ekliptik, wodurch jene Himmelskörper von Anfang an und während aller Bildungsproceſſe wechſelnd auf die einzelnen Oberflächentheile der Erde einwirkten. So bedingt immer Eines das Andere, die erſte Abweichung von der Symmetrie allen anderen.

Eine ewige Bewegung und Veränderung herrſcht in den verſchiedenen Aggregatzuſtänden der Erde. Wellenförmige

Schwingungen durchzittern beständig mit ungleicher Energie das ganze System derselben. Das Gesetz der Wellenbewegung scheint ein sehr allgemeines zu sein, nicht nur für Licht und Schall, für gasförmige und flüssige Substanzen, sondern auch für feste Körper gültig; aber für alle verschieden, was die Länge und Form der Wellen und die Schnelligkeit ihrer Fortpflanzung anlangt. Und wie jetzt, so auch in den ältesten Zeiten. Der flüchtige Lufthauch, der vor Millionen Jahren wehte und die Oberfläche des Wassers kräuselte, ist noch heute aus den wellenförmigen Schichtoberflächen mancher Sandsteine zu erkennen, die seine Wirkung verkörperten. Die ganze Erde wird durch diese ewigen Bewegungen einem großen Organismus vergleichbar. Aber ein wichtiger Unterschied darf nicht übersehen werden: die Gesetze dieser Bewegungen und Aenderungen der Erdtheile sind uns bekannt, es sind sogenannte mechanische und chemische; die Gesetze der meisten Bewegungen und Aenderungen in den organischen Körpern dagegen suchen wir erst noch. Sie scheinen zum Theil wenigstens von den mechanischen und chemischen abzuweichen. Link sagt in seinen Propyläen: „Bewegung, sofern sie durch einen inneren Grund bestimmt wird, heißt Leben." Dieser innere Grund ist es aber eben, den wir noch nicht näher kennen.

Die Wärme ruft nicht nur Strömungen im Luft- und Wassermeer hervor, sondern sie ändert auch beständig einen Theil des Wassers in Gas (Dampf) um, welches dann unsichtbar oder als Dunst in Wolkengestalt, durch Strömungen der Luft über das Land geführt wird, wo es durch Wärmeentziehung wieder als Wasser niedergeschlagen wird, und nach den Gesetzen der Schwere in die großen Sammelbecken des Meeres abfließt, auf diese Weise einen beständigen Kreislauf vollbringend, und das trockene Land bewohnbar machend.

Wieder ist es besonders die ungleiche Erhebung des Landes, welche noch außer den allgemeinen Wärmeunterschieden eine ungleiche Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge bedingt, und ebenso bewirkt dieselbe (die ungleiche Erhebung) große klimatische Unterschiede in demselben Landstriche, weil die Luft beim Aufsteigen in höhere Regionen durch Ausdehnung abkühlt. Diese Unterschiede würden noch weit größer und für das orga-

nische Leben sehr unzuträglich sein, wenn sie nicht dadurch sehr ausgeglichen würden, daß die am festen oder flüssigen Boden erwärmte Luft als dadurch schon dünner stets aufstiege, während die kältere aus der Höhe niedersinkt. Dieser Wechsel muß, wie Sie sehen, sowohl die Wärme als die Kälte mäßigen. Aber fast nirgends kann man dieses nach einer sehr üblichen Bezeichnung wunderbare Ineinandergreifen vieler natürlicher Bedingungen zu einem uns Menschen vortheilhaften Resultate schöner verfolgen, als in dem Einflusse des Temperaturwechsels auf das ungesalzene Wasser. Es erreicht dieses, wie Sie wissen werden, schon bei + 3 Grad seine größte Dichtigkeit, und diese scheinbar unwichtige Abweichung von anderen Flüssigkeiten und selbst vom Meereswasser, welche mindestens bis zu ihrem Erstarrungspunkte durch Kälte stets dichter, also schwerer werden, wird sehr wichtig für alles organische Leben. Dieser kleine Umstand ist die Ursache, warum Teiche, Landseen und Flüsse bei uns im Winter nicht bis zu ihrem Boden erstarren, und warum ihre Eisdecke im Frühjahre weit leichter aufthaut, als außerdem der Fall sein würde. Würde das Wasser bis zu seinem Erstarrungspunkte immer dichter, so würde sich in allen Wasserbecken, wie es bis zur Abkühlung auf + 3° wirklich der Fall ist, stets das kälteste auf den Boden senken, und die Eisbildung würde nothwendig, von da aus beginnend, sehr leicht das ganze Wasserbecken durchdringen. So aber sind die unter + 3° abgekühlten Wassertheilchen etwas leichter; als die von gerade 3° Wärme, sie bleiben deshalb an der Oberfläche und erstarren da zu einer Eisdecke, welche das darunter befindliche Wasser von 0 bis 3° Wärme gegen ferneres Abkühlen durch Verdunstung und Wärmeausstrahlung etwas schützt, so daß deshalb nach der ersten Eisdeckenbildung der fernere Abkühlungsproceß nur sehr langsam vorschreitet. Umgekehrt verhält es sich beim Aufthauen. Wäre das Wasser von 1° Wärme schwerer als das von 2 oder 3°, so würde es, wenn eine Eisoberfläche durch Sonnenbestrahlung zu thauen anfängt, nicht aufsteigen, sondern stets zunächst über dem Eise stehen bleiben, während die Oberfläche der dünnen Wasserschicht sich stark erwärmen und durch Verdunstung viel von dieser Wärme wieder verlieren könnte, ohne daß dadurch Eis aufgethaut würde. Auf diese Weise würde das Aufthauen

der Eisdecke nur sehr langsam vorschreiten. Da aber durch das ausnahmsweise Verhalten alles Süßwassers das Thauwasser von 1° Wärme über das von 2 oder 2½° aufsteigt, sich hier bis ziemlich 3° erwärmt und dann niedersinkt, um durch das vom Eis auf 0 oder 1° abgekühlte verdrängt zu werden, so wird durch diesen Kreislauf in der Wasserschicht über der Eisfläche der Proceß des Aufthauens außerordentlich befördert.

Diese ausnahmsweise Eigenschaft des Wassers, die mir als ein Beispiel der Mühe werth schien, hier so viel darüber zu sagen, ist zwar nicht eine Ausnahme von Naturgesetzen, aber in der That von der Art, daß Viele geneigt sein werden, sie für den Ausfluß einer besonderen Fürsorge und Weisheit zu halten, doch scheint es mir in solchen Fällen allemal gerathener, mit Keppler zunächst eine gewöhnliche Lösung abzuwarten, da dem Naturforscher Wunder, in dem Sinne von Ausnahmen von den Naturgesetzen, ganz fremd sind.

Wir kennen noch wenig die Einflüsse des Diamagnetismus, des Magnetismus und der Elektricität auf die Zustände der Erde. Ohne Zweifel sind sie überall und zu jeder Zeit thätig, wie denn die chemische Verwandtschaft der Stoffe als mit ihrer Thätigkeit in Beziehung erkannt worden ist. Diese Verwandtschaft steht ihrerseits in vollster Harmonie mit den Gesetzen des organischen Lebens, oder das letztere mit ihnen. D. h. unter ihrer Vermittelung eignen sich die Organismen gewisse Stoffe an, während sie andere ausscheiden, ihren Körper stets regenerirend.

In diesem Sinne gleicht die Lebensthätigkeit der Thiere und Pflanzen sich gegenseitig aus, indem die einen vorzugsweise Kohlenstoff ausscheiden, den die anderen aufnehmen. In diesem Sinne ist es ferner, daß zu Entwickelung der inneren Wärme aller warmblütigen Thiere in den kalten Zonen viel größere Quantitäten kohlenstoffhaltiger Nahrung und Sauerstoff zu deren Oxydation (Verbrennung) nöthig sind, als zwischen den Wendekreisen, während gleichzeitig die größere Dichte der kalten Luft an den Polen mit jedem Athemzuge wirklich mehr Sauerstoff einathmen läßt, als am Aequator, und während zugleich die fetten kohlenstoffreichen Nahrungsmittel den Polarländern im Meere zugeführt werden.

Wenn wir nach diesen kurzen Andeutungen über das vielfache Ineinandergreifen der kosmischen und irdischen Verhältnisse noch einen flüchtigen Blick auf das Werden der Dinge zurückwerfen, so werde ich da zunächst an einen Ausspruch Bacon's erinnert: „Von der ersten Materie und ihrer Beschaffenheit und Thätigkeit kann es in der Natur keine Ursache geben.“ Aber wo ist dann diese Ursache? — Sie liegt jedenfalls außerhalb der Sphäre unseres Erkennens. Wir finden noch jetzt in einigen Lichtnebeln des gestirnten Himmels vielleicht die ersten Zustände sich bildender Weltkörpersysteme, während daneben Milliarden schon fertige Welten kreisen. Die Aethermassen ballen sich, eine unerkannte Ursache versetzt sie in kreisende Bewegung, sie schwingen nach ewigen Gesetzen sich abplattend um ihre Axen. Durch die Ballung freigewordene Wärme ausstrahlend, gehen sie in dichtere und festere Zustände über, selbst leuchtend oder nur erleuchtet. Mit den Gegensätzen von fest, flüssig und gasförmig wächst die Mannichfaltigkeit und das Streben nach Individualisirung von Einzelwesen, die einen um so höheren Grad individueller Vollkommenheiten erlangen, je mehr und je mannichfaltigere Einflüsse auf sie einwirkten. Die Oberfläche der Erde ist augenscheinlich immer mannichfaltiger gestaltet worden, und in Folge davon sind es auch die klimatischen Verhältnisse derselben und die sie bewohnenden Organismen. Größere Mannichfaltigkeit im Bau ist es, was wir höhere Organisation nennen. Diese mußte nothwendig beständig zunehmen, da neben den Resultaten neuer Ereignisse stets auch die der früheren in gewissem Grade bleiben. Keines wird vollständig verwischt, und jedes frühere wirkt auch an sich schon auf das neue. Mannichfaltigkeit des Resultates ist somit eine nothwendige Folge vieler aufeinander folgender ungleicher Einwirkungen. Sehr deutlich zeigt sich dies in der Entwickelungsreihe der organischen Geschöpfe, aber diese ist offenbar nur ein Resultat der sogenannten physikalischen Zustände des Erdkörpers. In den Organismen sind die Eindrücke erblich, was die Eltern erlitten und erlebten, trägt sich auf die Organisation der Jungen über, und diese sammeln neue Erfahrungen für ihre Nachkommen, so enthält jede Generation in sich schon Folgen aller vorhergehenden Vorgänge. Die zuletzt entstandenen organischen Formen müssen

darum die mannichfaltigsten, wie wir zu sagen pflegen, vollendetsten sein, und so ist der Mensch als endliches Resultat der ganzen Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers in gewissem Sinne ein Mikrokosmos. Er trägt diese Geschichte verkörpert in sich. Doch lassen Sie uns zurückkommen von diesen etwas ausschweifenden Phantasien über die Vergangenheit und das Werden zu ähnlichen über die Gegenwart. Es ist nun einmal Bedürfniß des menschlichen Verstandes, selbst das nicht vollständig Erkannte seiner Kritik zu unterwerfen.

Die Natur regulirt sich selbst, jede Ausschweifung, jede extreme Entwickelung nach einer Seite hin, führt naturgesetzlich ein Gegengewicht im Gefolge. Ein Freund verglich mir das dem Kugelregulator an den Dampfmaschinen, durch dessen schnelleres Umschwingen die Ventile mehr und mehr geschlossen werden und den Gang langsamer machen. Ich denke, er hat Recht, in so weit überhaupt solche Vergleiche statthaft sind. — Durch Wärme verdunstet das Wasser, aber dabei wird Wärme gebunden und die Verdunstung vermindert. Die Pflanzendecke vermehrt die Wärmeausstrahlung der Erdoberfläche und dadurch den Thau, den sie bedarf. Thier- oder Pflanzenarten, die sich zu stark vermehren, führen sehr bald ihre Feinde im Gefolge, welche die zu starke Vermehrung hindern. Wenn unser Auge zu viel Licht trifft, zieht der Schließmuskel der Pupille sich zusammen und mindert die Masse des einfallenden Lichtes. Tausende solcher Beispiele ließen sich aufzählen, aber diese mögen genügen.

Die in der Welt fast überall erkannte Zweckmäßigkeit ist sehr verschieden gedeutet worden. Einige sagen, sie sei ein unmittelbares Resultat und ein Beweis göttlicher Weisheit; Andere nennen sie ein nothwendiges Naturgesetz; noch Andere[29]) behaupten, in der Natur sei eben nur die allernothwendigste Zweckmäßigkeit zu finden, ohne die überhaupt nichts bestehen könne. Es sei nur ein Minimum von Zweckmäßigkeit, und was diese nicht erreichte, habe nicht entstehen, oder wenigstens nicht bestehen können. Was in der Welt ist, sei nur ein Ueberrest unendlich vieler Anfänge. Wenn dabei auf die ausgestorbenen fossilen Arten als mißlungene Versuche verwiesen wird, so zeugt das offenbar von einem gänzlichen Verkennen derselben, denn diese waren für ihre

Zeit jedenfalls eben so zweckmäßig, als die jetzt lebenden. Ich muß Ihnen überhaupt gestehen, daß ich geneigt bin, keiner dieser Ansichten ganz beizupflichten. Mir scheint, daß den Umständen entsprechende Bildung und Umbildung, d. i. Vervollkommnung, ein allgemeines Naturgesetz ist. Etwas Unzweckmäßiges *entsteht* nie, es kann nur *gemacht* werden, wie denn überhaupt nur die entsprechenden Bedingungen erst Neubildungen, und diese stets sich selbst entsprechend hervorrufen. Sehr oft legen wir in einseitiger Auffassung bestimmte Zwecke unter, wo gar nicht von solchen die Rede sein kann, ja man darf wohl eigentlich nie sagen, die Natur *verfolgt* Zwecke, sie *erreicht* höchstens welche, d. h. wir nennen die Resultate *erreichte Zwecke*, während sie nur etwas *einfach Gewordenes* sind.

Namentlich dürfen wir die Einrichtung der Himmelskörper, z. B. unserer Erde, nicht von dem Standpunkte aus betrachten, als seien sie gemacht, um uns und unseren Mitgeschöpfen einen möglichst bequemen Wohnplatz vorzubereiten. Eine solche Anschauungsweise steht wieder in innigster Beziehung mit der stolzen Idee, daß der Mensch der Zweck der Schöpfung sei. Die Sache ist umgekehrt, die Organismen entstanden, weil, wie und wo die Zustände des Planeten es erlaubten nnd bedingten.

*Kant* unterschied zuerst die objective Zweckmäßigkeit von der subjectiven, indem er zu der letzteren die Faßlichkeit der Gegenstände für den Begriff rechnete und davon ihre Schönheit ableitete. Die objective Zweckmäßigkeit theilte er in die formale (z. B. die Zweckmäßigkeit mathematischer Figuren) und in die materiale, bei welcher es auf ein Verhältniß von Ursache und Wirkung ankommt. Dieses Verhältniß kann nun auf eine doppelte Weise stattfinden, entweder die Wirkung ist als solche selbst Zweck, und diese Zweckmäßigkeit nennt *Kant* die innere, oder die Wirkung dient nur als Mittel zum zweckmäßigen Gebrauche anderer Ursachen, und diese nennt er die relative Zweckmäßigkeit. Diese ist es, welche so oft der Natur ganz fälschlich untergelegt, oder vergeblich in ihr gesucht wird. Der Schnee, sagt *Kant*, sichert die Saaten in kalten Ländern gegen den Frost, erleichtert die Gemeinschaft der Menschen durch Schlittenbahn, der Lappländer findet Rennthiere, welche die Schlitten ziehen können, von dürrem Moose leben und sich lenken lassen,

Aber, ſetzt er hinzu, man ſieht die Nothwendigkeit nicht ein, warum dort Menſchen leben ſollen. Und, kann man hinzufügen, warum hat die Natur in den libyſchen Wüſten nicht ähnliche Einrichtungen getroffen, um ſie bewohnbar zu machen? Ganz verſchieden von dieſer relativen Zweckmäßigkeit (ſagt Link[28]) iſt die innere, welche wir an den organiſchen Geſchöpfen bemerken. Hier iſt es offenbar, daß die Augen zum Sehen, die Ohren zum Hören und die Füße zum Gehen dienen, und dieſe Zweckmäßigkeit hat die Naturforſcher verführt, auch über den organiſchen Körper hinaus zu gehen und der ganzen Natur eine ſolche Zweckmäßigkeit anzudichten. Ich meine aber auch bei der Zweckmäßigkeit in den Organismen darf man nie vergeſſen, daß man ſie als etwas Gewordenes nicht genau mit der eines ſpeciell voraus überdachten menſchlichen Kunſtwerkes vergleichen kann.

Es giebt eine Myſtik oder Nachtſeite der Naturwiſſenſchaften, d. h. gewiſſe noch nicht verſtandene Theile in denſelben, und dieſe ſind bisher gewöhnlich am meiſten von den ſogenannten Naturphiloſophen ausgebeutet worden. Ich rede hier nicht von der ſpeculativen Philoſophie, durch welche ſich Deutſchland ſo vorzugsweiſe ausgezeichnet hat, vielleicht weil die praktiſchere Philoſophie der Politik bisher unmöglich war. Dieſe abſtracte Philoſophie hat als Denkübung Außerordentliches geleiſtet. Als ein der Beobachtung zugekehrter Naturforſcher, wage ich es nicht, den Meiſtern dieſes Gebietes auch nur zu nahen. Wer mit hellem Verſtande ausgerüſtet, ſein ganzes Leben dem Denken widmet, wird unzweifelhaft ein großer Denker werden, und ich geſtehe, daß ich dem rein ſpeculativen Gedankengang eines Spinoza, Leibnitz, Kant, Fichte oder Hegel kaum zu folgen, vielweniger ihn zu beurtheilen vermag. Sobald aber dieſe Denker in das Gebiet der Naturforſchung herüber greifen, dann fehlt ihnen gewöhnlich die ſichere Grundlage der ausdauernden Beobachtung, und ihre Speculationen werden gar oft zu Faſeleien. Das zeigt ſich bei keinem deutlicher, als bei Schelling, der ſich ſelbſt den Schöpfer der Naturphiloſophie nennt. Sein Syſtem verſprach nichts weniger, als die ganze Natur ohne alle Hülfe der Erfahrungen, ohne Beobachtung und Verſuch, nach bloßen Vernunftgründen nicht nur zu erklären, ſon-

dern auch darzuſtellen, oder zu conſtruiren. Ihm folgten mehr oder weniger Steffens, Oken und andere weniger bekannte Männer; ich kann gegen ſie Alle nichts Beſſeres als Jordan[31]) ſagen: „Die Welt begreifen zu wollen, indem man vom Gedanken ausgeht, heißt, ein Gebäude von der Spitze anſtatt vom Fundament aus zu bauen anfangen; denn das Denken iſt keineswegs etwas Urſprüngliches, Erſtes, ein Urquell, aus welchem alle Dinge hervorgehen, ſondern gerade ein Ergebniß, und zwar das letzte, höchſte Ergebniß, die Spitze der Naturentwickelung. Wer den Geiſt zum Vater aller Dinge macht, hat von vorn herein darauf verzichtet, ihn zu erkennen, ſeine Geburt und Entwickelung zu begreifen, denn er ſtellt ihn abſichtlich in einen undurchſichtigen geheimnißvollen Hintergrund. Damit tritt ſogleich ein vollſtändiger Zwieſpalt ein zwiſchen dem Geiſtigen und Materiellen, ein Gegenſatz zwiſchen Seele und Leib, deſſen Verſöhnung unmöglich iſt, ſo lange man dem Gedanken das Recht der Erſtgeburt oder vielmehr Ungeborenheit überläßt und mit Gewalt die Augen zukneift, um nicht zu bemerken, daß er in der That nichts iſt, als das jüngſte letztgeborene Kind der Materie, dem alle anderen vorausgegangen ſein mußten, damit er zur Exiſtenz kommen konnte."

Von dem fernen Lichtnebel bis zum ausgebildeten Sonnenſyſtem, von der einfachen organiſchen Zelle bis zum Menſchen aufwärts iſt nur eine Entwickelungsreihe, giebt es nur ein Geſetz, und beides ſpiegelt ſich in der Hirnthätigkeit des Menſchen.

„Es iſt nichts im Geiſte, was er nicht durch die Sinne aufgenommen hat" ſagte ſchon Ariſtoteles.

Im Text sind nachstehende Schriften durch die hier voran gesetzten kleinen Zahlen citirt, und von diesen kann ich die unter 1, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 31, 32 dem Leser zu besonderem Studium empfehlen:


1) Bessel, Vorlesungen über wissenschaftliche Gegenstände. 1848.
2) Carus, Briefe über das Erdenleben. 1841.
3) Plinius, Historia naturalis I. 9. u. II. 59.
4) v. Dalberg, über Meteor-Cultus der Alten, vorzüglich in Bezug auf Steine, die vom Himmel gefallen. Heidelberg, 1811.
5) Poggendorff, Annalen der Physik und Chemie. B. 72. S. 159, 170 und 480, und Ergänzungsband II. S. 249.
6) Philosophical Magazine, 1847. p. 194. 1845. p. 1 u. 146.
7) Berghaus, physikalischer Atlas.
8) Darwin, naturhistorische Reisen, übersetzt von Dieffenbach. 1844, und Coral reefs. London, 1842.
9) Fr. Hoffmann, physikalische Geographie. 1837.
10) v. Tschudi, Peru. 1846. B. 2.
11) Agassiz, études sur les glaciers. 1840. Deutsch von Vogt, und Système glaciaire, ou recherches sur les Glaciers. Paris, 1847.
12) v. Charpentier, essai sur les glaciers. 1841.
13) Forbes, Travels through the Alps. 1843.
14) v. Leonhard, Geologie. B. V. S. 315.
15) C. Vogt, Ocean und Mittelmeer. 1848. B. II. S. 63.
16) Esquiros. Paris, 1848. B. I.
17) Dove, Temperaturtafeln. Berlin, 1848.
18) Pöppig, Reise in Chile und Peru.
19) Schleiden, die Pflanze und ihr Leben. Leipzig, 1848.
20) Liebig, Chemische Briefe. Heidelberg, 1844.
21) Roßmäßler, Anleitung zum Studium der Thier- und Pflanzenwelt. 1846.
22) Linnaeus Martin, Naturgeschichte des Menschen, übersetzt von Moritz und Thomae. 1844.
23) Prichard, researches into the Physical History of Mankind.
24) Burmeister, Geschichte der Schöpfung.

25) Jeune, über Schädelbildung zur festeren Begründung der Menschenrassen. Berlin, 1846.
26) Oefversigt af kongl. Vetuskaps-Akademiens förhandlingar. 1847. No. 1. S. 1.
27) Henne, Allgemeine Geschichte von der Urzeit bis auf die heutigen Tage. 1845.
28) Link, Propyläen der Naturkunde. I. 1836. S. 127 und II. 1839. S. 18.
29) Koosen, der Streit des Naturgesetzes mit dem Zweckbegriff in den physischen und historischen Wissenschaften. Königsb. 1845.
30) Lindenschmit, die Räthsel der Vorwelt. 1846.
31) W. Jordan in Wigands Vierteljahresschrift. B. I. 1844.
32) Noel, Grundzüge der Phrenologie. 1847.
33) Phrenological Journal. Vol. XI. p. 13. 1838.
34) Garnier, Psychologie. Paris, 1839.
35) Chenevix, über Geschichte und Wesen der Phrenologie, übers. von Cotta.

# Index.

In diesen Index sind nicht nur die in den Briefen besprochenen Gegenstände möglichst vollständig aufgenommen worden, sondern auch die hauptsächlichsten der in dem ersten Theil des Kosmos behandelten; die Seitenzahlen des letzteren sind stets durch ein vorgesetztes K bezeichnet. Außerdem erschien es zweckmäßig, einen Theil der im Kosmos, oder in den Briefen vorkommenden Fremdwörter zu erläutern, und das ist in der Weise geschehen, daß entweder die Erläuterung möglichst kurz gefaßt hinter das Wort gesetzt wurde, oder daß man dieselbe durch beigefügte Seitenzahl im Texte leicht zu finden vermag.

## A.


Aberration (Abirrung), des Lichtes der Himmelskörper von der geraden Richtung.
Ablagerungen aus Wasser 128.
Abnorme Gesteine 101.
Abplattung der Erde 52; K. 171.
Absorptionsvermögen, Auffangungsvermögen, Aufnahmevermögen.
Abstammung des Menschen 294. 300.
Abstraction, begriffliche Absonderung, Verallgemeinerung.
Abweichung der Magnetnadel 65; K. 187.
Abweichung der Sonne, nennt man den Winkel, den sie mit der Aequatorialebene der Erde macht.
Abyssinier 295. 296. 297.
Active Völkerstämme 302.
Aegypter 295.
Aequatorialstrom K. 326.
Aërolithen (Meteorsteine) 42; K. 57. 120.
Aetas 297.
Aethiopische Race 296. 297. 298. 299.
Aetzkalk, der Kohlensäure beraubter (gebrannter) Kalkstein.
Agentien, Thätigkeit ausübende, wirkende Substanzen.
Agglomerat, ein zusammengekittetes Gestein, K. 281.
Agglutination, Vereinigung, Verwachsung.
Aggregat, Anhäufung.
Aggregatzustand, Zustand der Körper, z. B. fest, flüssig, luftförmig.
Afficiren, einwirken.
Afrikaner 300.
Alforesen 290. 207. 301.
Alfuru's 301. 302.
Alluvialgebilde 99.
Alter der Erde 204.
Alter der Menschen 305.
Alternanz, Wechsel, z. B. wenn zwei Gesteine immer wechselsweise über einander liegen.
Ameisenlöwe 289.
Amerikaner 295. 296. 297. 298. 299. 302.

Ammoniten (Ammonshörner) 116, 148.
Analogie, Aehnlichkeit.
Analyse, Zerlegung.
Analysis, Zerlegung bei mathematischen Operationen.
Angular, eckig, winkelig, mit Ecken versehen.
Anogen, dem negativen Sauerstoff entwickelnden (galvanischen) Pol entsprechend.
Anorganisch, so viel als unorganisch.
Antarctisch, dem Bär gegenüber, d. i. dem Südpol nahe.
Antheren, Staubfäden der Pflanzenblüthen.
Anthropologie, die Lehre vom Menschen 310; K. 51.
Anziehung der Materie 329, der Körper 24.
Araber 295. 296. 297. 298. 299.
Areal, Flächenraum.
Armenier 295. 296. 298.
Art (Species), die niederste Eintheilungsstufe der Naturkörper, z. B. Quarz ist eine Mineralart, das Pferd eine Thierart.
Artenentstehung 140.
Asar, Schutthügel in Norwegen 216.
Aschenkegel, K. 240.
Asche, vulkanische, K. 246.
Asiaten 300.
Asphalt 83.
Association, Verbindung.
Assyrer 296.
Asteroiden, K. 94. 96. 120.
Asterophylliten 143.
Astraea (der Planet) 22.
Athmungsprocess 220.
Atlantischer Ocean, K. 309.
Atmosphäre 217; K. 332.
Atmosphärendruck 225; K. 335.
Atmosphärischer Staub, K. 335.
Atolle 271.
Atom, ideales, kleinstes, selbstständiges Theilchen 25; K. 67.
Atomistisch, von der Annahme bestimmter kleinster Körpertheilchen (Atome) ausgehend, K. 66.
Attraction, Anziehung.
Aufbrechen der Milchstraße 17; K. 156.
Aufschüttungskrater 81.
Aufsteigender Strom 247.
Ausgestorbene Arten 138.
Australier 296. 297. 298. 299.
Auswürflinge, K. 245.
Auswurfskegel 81; K. 239.
Auswurfskrater 81.
Axenstellung, K. 98.
Axiom, Grundsatz, Satz, des Beweises nicht bedürfender Satz.

## B.

Bätylien 42.
Bandwurm 279.
Barometer, Luftdruckmesser.
Barometerschwankungen 225; K. 336.
Barometerstand 225; K. 336.
Barometrische Windrose, K. 336.
Basalt 100. 104. 106; K. 264.
Base (Basis), Basen nennt man die elektropositiven Körper, welche eine besondere Neigung haben, sich mit elektronegativen, z. B. Säuren, zu verbinden. Der Ausdruck ist darum relativ, außer dem Sauerstoff kann jeder Körper als Base auftreten. Im Eisenoxyd ist z. B. Eisen die Basis, im Gyps Kalkerde.
Beifallsliebe 341.
Belemniten 116.
Bernsteinbaum, K. 298.
Beutelthiere 158.
Bewegung der Fixsterne 17. 47; K. 149.
Bewegung des Sonnensystems 17.
Bewegungsgesetze 23.
Biela's Komet, K. 113.
Bifurcation, Gabeltheilung der Flüsse, z. B. des Orinoko.
Bildung der Gesteine 123.
Bildungsfähigkeit der Menschen 307.
Blitz 253; K. 363.
Blödsinn 320.
Böhmen 295. 296.
Brachiopoden 146.
Braune Race 297. 298.
Braunkohlen 95. 96. 118; K. 297.
Breitschädel 303.
Buschmänner 297. 301. 302.
Bunter Sandstein 95. 96. 97.

## C.

Caffern 296.
Calamiten 141.
Calcium, ist die metallische Basis der Kalkerde 84.
Calcul, Berechnung.
Capacität, Fähigkeit.
Causalzusammenhang, Zusammenhang von Ursache und Wirkung.
Celten 295. 296. 297. 298. 299. 300.
Centralkörper 18; K. 93.
Centralsonne 17.
Centralvulkane 80; K. 249.
Centrifugalkraft, Fliehkraft 27. 51

Cephalopoden 109. 114. 116. 147.
Ceratiten 148.
Cerebellum 315.
Celaceen 159.
Cirrus 253; K. 366.
Classe, eine Oberabtheilung in den drei Naturreichen; man unterscheidet z. B. die Classe der Säugethiere.
Clymenien 149.
Chaldäer 259.
Chaotisch, bunt durcheinander, ungeordnet.
Character 212.
Chinesen 297. 298. 299. 301. 302.
Chromatisch, farbig.
Chronometrik (Zeitrechnung) der Erde, K. 284.
Coercitivkraft, die Kraft, welche der Trennung der beiden (angenommenen) magnetischen Fluida widersteht.
Cohäsion, Zusammenhalt.
Coincidenz, Zusammentreffen, Uebereinstimmung.
Columbische Race 296. 298. 299. 301.
Combination, Vergleichung. Zusammensetzung.
Combinirender Verstand, vergleichender Verstand.
Cometen, s. Kometen.
Complication, Verwickelung.
Composition, Zusammensetzung.
Concaver Scheitel, z. B. der Isothermen-Curven, ist ein Bogen derselben gegen den Aequator.
Concentrisch, von einem Mittelpunkte abhängig, z. B. Kreise verschiedener Größe, die einen Mittelpunkt haben.
Concentrische Riffe 272.
Concretion, Verwachsung, Verdickung.
Condensation, Verdichtung.
Conglomerate, K. 259. 282.
Coniferen, zapfentragende Bäume 119. 144.
Constante, beständige Größe.
Construction, Bauart.
Contact, Punkt oder Fläche der Berührung, Zusammentreffen.
Contact-Phänomen, Erscheinung oder Wirkung des Zusammentreffens.
Contagien, durch Berührung ansteckende Stoffe.
Continente 174; K. 306.
Continentalklima 233; K. 347.
Convergiren, zusammenlaufen, nach einem Punkt gerichtet sein.
Convexe Scheitel, z. B. isothermer Curven, ist ein Bogen dieser Linien gegen die Pole hin.
Copernicanisches System 23.
Coulombische Drehwage 60.
Cranioscopie (Schädelbeurtheilungslehre) 313.
Creolen 320.
Crinoidern 145.
Crustaceen 140.
Ctenoiden 150.
Cultusgrenzen, K. 350.
Cumulus 253.
Curve, krumme Linie.
Cycadeen 144.
Cycloiden 150.

## D.

Dämmerung, K. 321.
Dänen 295. 296.
Dagaks 297.
Declination, Abweichung der Magnetnadel vom wahren Norden oder Süden 64; K. 188.
Deprimirt, niedergedrückt, geschwächt.
Destillation, wenn man eine gemischte Flüssigkeit durch Verdunstung zerlegt, z. B. man destillirt den sich schneller verflüchtigenden Alkohol vom Wasser.
Deutsche 295. 296.
Devonisch, nennt man in England die Schichten, die der oberen Region unserer deutschen Grauwacke entsprechen.
Diamagnetismus 68.
Dichotomisch, gabelspaltig, z. B. Pflanzen, die sich stets in zwei gleich dicke Aeste zerspalten.
Dichtigkeit der Erde 58; K. 176. der Himmelskörper 27. der Körper 24. 27. des Meeres, K. 322.
Dickhäutee 120. 159.
Dicotyledonen, Pflanzen mit zwei Samenlappen, wie z. B. die Bohnen 117. 118. 144.
Differenz, Verschiedenheit.
Diffus, zerstreut.
Diluvial-Fluth-Periode oder Zeit 121; K. 302.
Diluvium 95. 96.
Dimension, Ausmessung.
Dinorts 156.
Dinotherium 161.
Dintenbeutel, fossiler, K. 285.
Disciplin, Lehrzweig, Wissenschaftszweig, K. 5.
Disharmonie, Nichtübereinstimmung.
Drehungsgesetz der Winde 218; K. 339.
Dodo 138.
Dogma, Lehrsatz.
Dogmatisch, schulgerecht, einer bestimmten Lehre gemäß.
Dolerit, ein aus Augit und Labrador gemengtes, dem Basalt ähnliches Gestein, K. 264.

Dolomitbildung 134; K. 276.
Donner 253.
Doppelsonnen 20; K. 93.
Doppelsterne 18; K. 93, 94.
Dubn 138.
Dunst 249.
Dunstbläschen 254.
Durchsetzen, nennt man es, wenn eine bereits ausgefüllte Spalte (ein Gang) von einer neuen durchschnitten wird.
Dynamische Ansichten, aus der Kraftlehre hergeleitete Ansichten.

## E.

Ebbe 187; K. 324.
Echiniten 145.
Ecliptik, siehe Ekliptik.
Einheit des Menschengeschlechtes 294; K. 379.
Einschalige Muscheln 147.
Eisschliff 214.
Eistransport 171, 173.
Eitelkeit 318.
Ekliptik, die schräge Stellung der Erdaxe gegen die Erdbahn.
Elasmotherium 165.
Elektricität der Luft 253; K. 361.
Elektrische Spannung.
Elektrometer, Elektricitätsmesser.
Elemente 320.
Elephant 120, 163; K. 292.
Ellipse, als Form der Weltkörperbahnen 23.
Emissionsvermögen, Aussendungs- oder Ausstrahlungsvermögen.
Empirie oder Empirik, Erfahrung, unwissenschaftliche Belehrung durch bloße Erfahrung.
Empirisch, s. o.
Encyklopädisch, übersichtlich, lehrkreismäßig.
Endogen, im Innern entstanden, aus dem Innern hervorgehend.
Endogene Gesteine, K. 258, 267.
Engländer 295, 296.
Entfernung der Fixsterne 15.
Entwickelungsgesetz VII. 263, 336.
Eocän, hat Lyell die untersten Schichten der Molassegruppe genannt.
Epicykloide, ist eine Linie, welche ein Punkt eines Kreises beschreibt, den man um seinen Mittelpunkt dreht und gleichzeitig auf einer geraden oder krummen Linie schneller fortbewegt als er, als Rad behandelt, durch seine Umdrehung darauf fortrollen würde.
Equisetaceen 140.
Erdbeben 76, 88; K. 210.
Erde 22.
Erdlicht 70; K. 207.
Erloschene Vulkane, K. 256.
Erderschütterungen 76; K. 210.
Erdkruste 49.
Erdöl 83.
Erdrinde 105; K. 168.
Erhebung der Continente 121; K. 303.
Erhebungskrater 81; K. 234.
Erhebungssysteme 175, 164; K. 318.
Erhebungstheorie 175, 184.
Erica (Haide) 289.
Erkaltung der Erde 63, 104; K. 183.
Erosionsthäler, Auswaschungsthäler.
Erratische Blöcke 121, 169, 215; K. 299.
Erschütterungsgebiete 80; K. 210.
Erstarrungsbreccie 106.
Erstarrungsrinde 105.
Eruptiv 127.
Eruptivgesteine 101.
Eruptionsgesteine, soviel als Eruptivgesteine, K. 258.
Erzgänge 102; K. 279.
Eskimo's 295, 296, 297.
Etymologie, Wortforschung, Wortableitung.
Euphodit, ein dichter Porphyr, K. 263.
Europäer 300.
Evolutions-Bildungen, Bildungen der Entwickelung.
Excentrische Bahn, ist eine von der Kreisform abweichende Bahn.
Excessives Klima, K. 347.
Exotisch, fremdländisch.
Expandiren, ausdehnen.
Experimentiren, Vorgänge der Natur künstlich herbeiführen oder nachahmen.
Explosion, durch plötzliche Verbrennung von Gasarten hervorgebrachte heftige Erschütterung oder Zerstörung.

## F.

Fähigkeiten 312.
Faltung der Erdkruste, K. 312, 318.
Farren (Farrenkräuter) 111, 115, 142.
Fauna, Thierwelt einer Gegend oder Zeit.
Feigheit 318.
Felsarten 92.
Felsenmeer, K. 261.
Feuchtigkeit der Atmosphäre 240; K. 359.
Feuerkugeln 120, 122.
Feuerspeiender Berg 76; K. 234.
Fiction, Erdichtung, Phantasiegebilde, falsche Vorstellung.

Findlinge 121. 170. 215; K. 299.
Finnländer 295. 297.
Fiordbildung, K. 210.
Firn (körniger Schnee der Hochalpen) 204.
Fischauswürfe der Vulkane, K. 243.
Fische 112. 116. 150; K. 288.
Fixsterne 13. 47; K. 93.
Flötzgebirge, soviel als Flötzformationen 94.
Flora, Pflanzenwelt einer Gegend oder Zeit 22; K. 54. 370.
Flüsse 197.
Fluth 187; K. 324; des Erdinnern 192.
Foraminiferen 144.
Formationen 98.
Formationsmeere, K. 301.
Form der Erde 51.
Fortpflanzung der Organismen 278.
Fortrücken der Gletscher 210.
Fossil, durch Ausgrabung aufgefunden.
Fossile Fährten 157; K. 285.
Fossile Fauna 144; K. 286.
Fossile Flora 141; K. 293.
Freier Wille 323. 327.
Frequenz, Häufigkeit.
Frühjahr 235.
Fucus-Bank, K. 228.
Function, Verrichtung.

## G.

Gänge 102.
Gährungspilze, K. 378.
Gänseblume 289.
Gäodätisch, die Erdausmessung betreffend.
Gallier 296.
Galopagos-Inseln 296.
Gandecken 205.
Ganoiden 150.
Gasexhalationen 82; K. 225.
Gattung (Genus), zweite Abtheilungsstufe der Mineralien, Pflanzen und Thiere; die Gattung zerfällt noch in Arten (Species).
Gebirgsarten, K. 260.
Gebirgsketten 186.
Gebirgskettenbildung 184; K. 318.
Gedächtniß 325.
Gefühle 316. 323.
Geisteskraft, K. 386.
Gelbe Race 297.
Generatio aequivoca 139. 266.
Generatio spontanea 266; K. 373.
Genetisch, aus der Entstehung abgeleitet.
Genus, Gattung, s. d.
Geognosie 91; K. 209.
Geognostische Epochen, K. 301.
Geognostischer Horizont, K. 291.
Geographie der Organismen 280; K. 376. 378.
Geographie der Pflanzen 280; K. 373. 375.
Geographie der Thiere 280; K. 373.
Geologie 91.
Georgier 296.
Germanen 296. 297. 299. 308.
Gerölfluth 121. 171.
Geschichte der Organismen 130; K. 367.
Gesellige Pflanzen, K. 374.
Gestalt der Continente 174.
Gestalt der Erde 171.
Gesteine 92.
Gesteinsgänge 102.
Gesteinsmetamorphose (Gesteinsumwandlung) 130.
Gewicht der Erde 91.
Gewitter 252; K. 361.
Geyser 84.
Geyserkegel 88.
Glaselektricität, durch Reiben von Glas entstehende positive Elektricität.
Gletscher 204. (Bewegung) 210. (Schliffe) 214. (Theorie) 210. (Tische) 208.
Glimmerschiefer, ein aus Quarz und Glimmer bestehendes schieferiges Gestein 99.
Gneiß, ein aus Quarz, Glimmer und Feldspath bestehendes schieferiges Gestein 99.
Golfstrom 201; K. 327.
Goniatiten 148.
Gothische Race 295.
Gräcisiren, griechisch machen.
Gradmessungen 53. 55. 172.
Graduationen, Abstufungen.
Granatbildung, K. 279.
Granit 92. 100. 104. 105. 107; K. 261. 300.
Grauwacke 95. 97. (Gruppe) 97. (Periode) 109.
Gravitationsgesetz, Gesetz der Schwere 24.
Gravitiren, Schwere ausüben.
Griechen 295. 296. 297.
Grönländer 296.
Grobkalk, eine Formation der Molassegruppe 97.
Grünstein, ein aus Feldspath und Hornblende (oder Augit) gemengtes Gestein 100. 105; K. 263.
Grundstoffe 330.
Guanchen 296.
Gypsbildung 135; K. 278.

## H.

Habituell, durch Gewohnheit zu eigen gemacht.
Haide, deren Verbreitung 289.
Halley'scher Komet 39; K. 113.
Harmonie, Uebereinstimmung.
Hanfenwolke 253; K. 366.
Hebe (der Planet) 22.
Hebräer 295. 297.
Hebung der Continente, K. 312. (des Landes) 75. 151.
Hebung Skandinaviens 181.
Heiße Quellen, K. 229.
Heliometer, Sonnenmesser.
Hemisphäre, Halbkugel.
Herbst 235.
Heterogenität, Ungleichartigkeit.
Hetrurische Formation 97.
Heuschrecken 279.
Hindu's 295. 296. 297.
Hirn des Menschen 309.
Hirnregionen 311. 315.
Hirsche 164.
Hippuriten 145.
Höhe der Atmosphäre 223.
Höhlenbär 166.
Hochschädel 303.
Hochseen 199.
Homogen, gleichartig.
Hornitos, K. 239.
Hottentotten 296. 297. 298. 299. 301. 302.
Hunde 165.
Hyänen 165.
Hydrarchos 120. 159.
Hydrographie, Wasserkunde, Beschreibung der Gewässer der Erde.
Hygrometer, Feuchtigkeitsmesser. Man bestimmt mit dessen Hülfe die Menge des als Dampf in der Luft befindlichen Wassers.
Hyperboräer 296. 298. 299. 301.
Hypersthenfels, ein aus Hypersthen und Labrador gemengtes Gestein. K. 263.
Hypothesen, Wagesätze, unerwiesene Behauptungen.
Hypsometrisch, die Höhenmessung betreffend.

## I.

Japanesen 295. 301.
Japetische Race 296. 299. 300.
Ichthyosaurus 153.
Identität, Gleichheit.
Idioten, geistig verkrüppelte Menschen 320.
Imagination 325.
Imponderabilien (imponderabele Stoffe), unwägbare Stoffe, wie z. B. Licht, Wärme, Elektricität u. s. w.
Inclination 66. (Inclinationsnadel) 64. 65. (Inclinationslinien) 66. 67.
Indier 295. 296. 297. 298. 299.
Individualisirung 286.
Inducirt, hervorgerufen, hergeleitet.
Induction, Herleitung, Folgerung, Schlußreihe.
Infiltration, Einseihung.
Inflexion, Beugung.
Infusorien 48. 144. 269. 270. 279; K. 267. 370.
Injection, Einspritzung.
Inca-Race 303.
Innere Temperatur der Erde 61; K. 179.
Insecten 150.
Inselklima, K. 346.
Inselvulkane, K. 253.
Integumente, äußere Häute oder Hüllen der Pflanzen und Thiere.
Intelligenz 316; K. 386.
Intensität, innere Kraft, Stärke oder Anspannung, z. B. des Magnetismus 67; K. 187. 192.
Intensiv, durch innere Kraft stark.
Interferenz des Lichtes, Lichterscheinungen, welche durch das Zusammentreffen paralleler oder ziemlich paralleler Lichtstrahlen hervorgebracht werden. Sie verstärken oder schwächen sich je nach Zusammenpassen ihrer Wellen.
Intermittirend, periodisch, unterbrochen.
Interplanetar, in unser Sonnensystem gehörig.
Intumescenz, Aufschwellung, Geschwulst.
Invariabel, unveränderlich.
Jorullo, K. 230. 251.
Iranier 302.
Ird und Irdreich (259), soviel als Mineral und Mineralreich.
Iris (der Planet) 22.
Irrsterne 36.
Isobarometrische Linien, K. 337.
Isochimenen 232; K. 340. 349. 353.
Isodynamische Linien 67; K. 187. 192.
Isogeothermen, K. 228.
Isogonomische Linien, magnetische Meridiane 65; K. 187.
Isoklinische Linien, Linien gleicher Neigung der Nadel 66; K. 187.
Isotheren 232; K. 340. 349. 353.
Isothermen 231; K. 340. 353.
Itakolumit, ein dünngeschichtetes sandsteinar-

figes, biegsames Gestein, sogenannt vom Berge Itakolumi in Brasilien.
Juden 296.
Juragruppe 97. 117.
Jurakalk 96. 115; K. 291.
Jurameer, Meer, in welchem die Juraformation abgelagert worden ist.
Jupiter (der Planet) 22.

## K.

Käfer 116.
Kältepole 232.
Kältelage 239.
Kalkas-Mongolen 295.
Kalksteine, K. 266.
Kalktuff, K. 232.
Kalmücken 295. 297. 298. 301.
Kalte Quellen 195; K. 228.
Karaiben 297. 298. 302. 303.
Kategorie, der höchste Gattungsbegriff der Philosophie.
Katogen, dem positiven Ende der elektrochemischen Kette zugehörig.
Kaukasier 295. 296. 297. 298. 299. 300. 302. 303.
Keeling-Inseln 282.
Keppler'sche Gesetze 24.
Kern der Erde, K. 178.
Kern der Kometen 36; K. 106.
Keuper 95. 96. 113.
Kieselsäure, sonst Kieselerde genannt. K. 283.
Kinderliebe 325.
Kleinstes Leben, K. 369.
Klima 226; K. 304. 340. 347.
Klimatologie, Klimakunde, K. 340.
Körniger Kalkstein 133; K. 271.
Kohlenbildung 111.
Kohlengruppe 97.
Kohlenkalkstein 97.
Kohlenlager 111.
Kohlenperiode 111.
Kohlensäurequellen 83.
Kometen 36; K. 90. 105. 111. 113.
Kopf der Kometen, K. 106.
Korallen 109. 114. 116. 144. 269.
Korallenbänke 270.
Koralleninseln 271.
Korallenriffe 270.
Kora's 301.
Koreaner 295. 301.
Kosmisch, dem Weltraum angehörig.
Kosmische Materie, K. 89.
Kosmische Nebel, K. 158.
Kosmische Schleimblasen, K. 136.
Kosmisches Gewölk, K. 110.
Kosmos, K. 61. 80.
Kräfte 5; K. 56.
Kraft 6.
Krater, K. 240.
Krater des Mondes 35.
Krebse 150.
Kreide, K. 292.
Kreidegruppe 97. 118.
Kreidemeer, K. 301.
Kreidemergel 96.
Kreisende Erderschütterungen, K. 212.
Krokodil 157.
Kryptogamische Gewächse, Pflanzen mit unsichtbaren Geschlechtswerkzeugen, z. B. Farrenkräuter.
Krystall 257.
Krystallinische Massengesteine 100.
Krystallinische Schiefergesteine 99. 132.
Künstliche Mineralbildung, K. 281.
Küstenausdehnung 178.
Küstengestalt, K. 308.
Küstenklima, K. 346.
Küstenvulkane, K. 253.
Kupferschiefer 112.

## L.

Ladung, z. B. elektrische, soviel als Spannung.
Lagerung der Gesteine 92.
Landgestaltung, K. 305.
Landhemisphäre 181.
Landseen 198.
Landwind, K. 339.
Landvertheilung 174. 180.
Langsame Hebung des Landes 181; K. 312.
Langschädel 303.
Lagoon-Islands 271.
Lappländer 295. 296. 298. 301.
Lateiner 295.
Lava 100. 106; K. 245.
Leben 9. 333.
Lebensbedingungen 139.
Lebenskräfte, K. 367.
Leiter, z. B. der Wärme, der Elektricität, nennt man einen Körper, der diese Wirkungen leicht durch sich fortpflanzt.
Leitmuscheln, nennt man die für gewisse Formationen oder Gesteinschichten besonders charakteristischen versteinerten Muscheln.
Leuchten der Erde 70; K. 207.
Leuchten der Thiere 73.
Leuchten der Weltkörper 70.

Lias 95. 96. 115.
Libellen 116.
Libration des Mondes, ist die Schwankung desselben, durch welche es möglich wird, etwas mehr als die Hälfte seiner Oberfläche von der Erde aus zu sehen, K. 104.
Lichtabsorption, Lichtaufnahme, Auffaugung.
Lichtlücken 17.
Lichtnebel 17.
Lichtpolarisation 41.
Lichtwolken, K. 106.
Lignit, fossiles Holz in noch brennbarem Zustande, K. 297.
Liquidum, Flüssigkeit.
Litoral, Küstengebiet.
Llanos, K. 265.
Local, örtlich.
Locale Klimate, K. 352.
Löwen 166.
London clay (Londonthon), eine Formation der Molassegruppe 97.
Luft 217.
Luftdruck 225; K. 335.
Luftelektricität, K. 335. 361.
Luftmeer 217; K. 332.
Luftquellen 82; K. 226.
Lycopodien 111. 141.

## M.

Madeiassen 297.
Magelhaensche Wolken, K. 68.
Magnetische Gewitter 65; K. 185. 198.
Magnetischer Meridian 65.
Magnetische Pole 65.
Magnetische Wagen, K. 187.
Magnetismus der Erde 64; K. 194.
Malayen 295. 296. 297. 298. 299. 300.
Mammuth 120.
Mandschu's 295. 301.
Manie 320.
Manito 162.
Mars (der Planet) 22.
Maßliebchen 289.
Mastodon 162; K. 292.
Maximum, das Größte, Aeußerste.
Medium, so viel als Substanz.
Meer 199; K. 304.
Meeresfauna, K. 330.
Meerleuchten 70.
Meeresnähe der Vulkane, K. 254.
Meeresniveau, K. 324.
Meeresströmungen 209; K. 326.
Meerlilien 109. 115.
Megalonyx 161.
Megalosaurus 155.
Megatherium 160.
Melaphyr, ein vorzugsweise aus Pyroxen bestehendes Gestein, auch schwarzer Porphyr oder Augitporphyr genannt 106; K. 264.
Mensch 110. 167. 267. 293; K. 378.
Menschengeist 340.
Menschengeschlecht, K. 378.
Menschenracen 295; K. 379. 382.
Merkur (der Planet) 22.
Metamorphisch, umgewandelt 125.
Metamorphische Gesteine 129; K. 258. 267. 269. 271.
Metamorphose, Umwandlung.
Meteor-Asteroiden, K. 142.
Meteor-Eisen, K. 134.
Meteor-Infusorien, K. 373.
Meteorologie, K. 304.
Meteorstaub, K. 123.
Meteorsteine 42. 127; K. 120.
Meteorsteinfall 44.
Mexikaner 296.
Miascit, ein granitähnliches Gestein am Ural, K. 264.
Miasmen, schädliche Luftarten, K. 334.
Milchstraße 16; K. 157.
Mineralgänge 102.
Mineralquellen 196; K. 230.
Mineralspecies 257.
Minimum, Geringstes.
Missurium 163.
Mittlere Höhe Frankreichs, K. 315.
Mittlere Jahreswärme 342.
Mittlere Temperatur 231; K. 342.
Mizramiten 300.
Mofetten, Gasquellen, K. 226.
Molassegruppe und Epoche 97. 118. 119.
Molecul, kleinstes Theilchen, Atom, K. 67.
Molecularbewegung, unsichtbare Bewegung solcher kleinster Theilchen.
Mond 22. 30; K. 94. 100. 104.
Mondbahn 31.
Mondgebirge 35.
Mondoberfläche 32.
Mondvulkane 36.
Mongolen 295. 297. 298. 301. 302.
Monocotyledone Gewächse, Pflanzen, welche mit einem Samenlappen keimen, wie die Gräser 143.
Monomanie 320.
Monsun, K. 339.
Moos- und Flechtenzone 289.
Moränen 205.
Morphologie, Formenlehre.
Mosasaurus 155.

Motiv, Beweggrund, Antrieb.
Moya, K. 221.
Muschelkalk 95. 96. 97. 114.
Muschein 146.
Mylodon 160.
Myriaden, eine Unzahl.

## N.

Nadelhölzer 115. 144.
Namaaqua's 301.
Natches Race 303.
Nationalcharakter 313.
Natur, K. 83.
Natürliche Familien, natürliche Abtheilungen der Thiere oder Pflanzen.
Naturgenuß 1.
Naturkraft 6.
Naturkunde des Geistes, K. 384.
Naturphilosophie VIII. 9. 339; K. 69.
Naturpoeten 9.
Nautilus 116. 149.
Nebel 219.
Nebelflecke 17; K. 86. 87. 93. 157. 160.
Nebelsterne, K. 88. 160.
Nebenplaneten, K. 94. 100. 103.
Negativ, verneinend, wird aber auch als polarer Gegensatz von positiv gebraucht.
Neger 295. 297. 298. 301. 302.
Neigung der Magnetnadel 66; K. 187.
Neocomien, Gesteinsschichten zwischen Kreide- und Juragruppe.
Neptun (der Planet) 22. 27.
Neptunisch 125. 128. 129.
Neptunische Ablagerungen 94.
Neptunische Ansichten 124.
Neptunische Gesteine 128.
Neptunischer Stamm 299. 300.
Neuseeländer 296.
Nigritier 297.
Nilpferd 163.
Nordische Geschiebe 121. 270; K. 299.
Nordlicht 65; K. 198.
Nordlichtstriche, K. 203.
November-Phänomen, reichlicher Sternschnuppenfall in den Nächten zwischen dem 12. und 14. November, K. 130.
Numidier 296.
Nutation, Neigung, insbesondere das Schwanken der Neigung der Erdaxe, welches gegen 18 Winkelminuten beträgt und Zeiträume von 18 Jahren 7 1/2 Monaten einhält.

## O.

Oberer Quadersandstein 95.
Oberflächenformen 176; K. 317.
Objectiv, gegenständlich, wenn man von sich absieht, Gegensatz von subjectiv.
Occidentalischer Stamm 301.
Oceanier 297. 298.
Oceanisch, K. 304.
Ochsen 165.
Oeffnungen im Himmel, K. 159.
Ordnung, Abtheilung im Stein-, Pflanzen- und Thierreich. Die Ordnung enthält in sich Familien, diese Gattungen, diese Arten. Mehrere Ordnungen bilden eine Classe.
Organe des Gehirns 311.
Organische Gesteinsbildungen 129.
Organische Wesen 108.
Organisches Leben 254. 333; K. 304.
Orographie, Gebirgsbeschreibung.
Orthoceratiten (Orthoceren) 109. 149.
Oscillationen, Schwankungen.
Oscilliren, hin- und herschwanken.
Osteologisch, die Knochenlehre betreffend.
Ostiaken 301.
Owen's 297. 300.
Oxydiren, nennt man es, wenn irgend eine Substanz, besonders ein Metall sich mit Sauerstoff (Oxygen) verbindet, z. B. wenn Eisen rostet.

## P.

Pachydermen (Dickhäuter) 159.
Paläontologie, Versteinerungslehre.
Palmen 119. 144. (Palmenzone) 292.
Panther 166.
Papu's 296. 297. 298. 299. 301. 302.
Papuenser 296.
Paradies 303. 308.
Parallactischer Winkel, Winkel der Parallaxe 14.
Parallaxe 14; K. 92.
Parther 295.
Partiell, theilweise.
Passagepunkt, Durchgangspunkt der Sterne.
Passatwinde 247.
Passive Völkerstämme 302.
Patagonier 296. 299. 301.
Pelasger 295. 296. 297. 299. 300.
Pendelablenkung 59.
Pendelbeobachtungen 55.
Pendelmessungen 55; K. 175.
Perihelium, Sonnenhöhe.

Permanent, beständig, immer bleibend.
Permisches System 113.
Perpetuirlich, ununterbrochen.
Perser 295.
Peruaner 296.
Perturbation, Störung.
Petrefactenartige Fluth, Geröllfluth, Steine tragende Fluth 120. 171.
Pferde 165.
Pflanzen 256. 258. 278.
Pflanzengeschichte, K. 297. (Pflanzenleben) K. 369.
Phänomen, Erscheinung.
Phanerogamen, Pflanzen mit deutlichen Blüthen.
Phasen, verschiedene Ansichten, insbesondere Lichtgestalten, z. B. die des Mondes.
Philosophie VI. 324. 339.
Phrenologie 310.
Phönizier 295. 296.
Phonolith, ein dichtes basaltähnliches, aber schieferiges Gestein 100. 106; K. 264.
Physische Processe, natürliche Vorgänge.
Physiologie, Naturlehre belebter Körper.
Piacolden 150.
Planetarische Nebel, K. 88.
Planeten, K. 94.
Planetenbahnen 22.
Planetensystem 22; K. 94.
Plesiosaurus 154.
Plutonisch 124. 125. 126. 127; K. 244. 258. 270.
Plutonische Gesteine 102.
Polarisation des Lichtes 41.
Polariscop, Instrument um die Polarisation des Lichtes zu messen.
Polarisirtes Licht 41.
Polarität, die ausgesprochene Entgegensetzung zweier Richtungen.
Polarlichter 70.
Polarstrom, K. 247. 322.
Polen 295. 296.
Polynesier 296. 300.
Polythalamien 144.
Porphyr 100. 106.
Positiv, bejahend, wird aber auch als polarer Gegensatz von negativ gebraucht.
Prämissen, Vordersätze.
Primitiv, ursprünglich.
Primitivgesteine 105.
Prismatischer Doppelspath, eine Art Kalkspath.
Problem, Aufgabe (noch zu lösende).
Producte der Vulkane, K. 245.
Productionen, Hervorbringungen.
Prognathischer Stamm 304.
Progression, gleichmäßige Zu- oder Abnahme in einer Reihe.
Prolegomena, Vorbemerkungen.
Promethisch, vom Prometheus hergeleitet.
Proportionen, Verhältnisse.
Psychisch, seelisch.
Psychrometer, Feuchtigkeitsmesser.
Pterodactylus 116. 156.
Pyrosomen (leuchtende Thiere) 73.

## Q.

Quadersandstein 96; K. 302.
Qualitativ, die Besonderheit des Gehaltes betreffend.
Quantitativ, die Größe der Masse betreffend.
Quarz-Porphyr, K. 263.
Quellen 194; K. 228.

## R.

Radak-Inseln 284.
Raubthiere 165.
Rauch 249.
Rauwen 220.
Reaction, Rückwirkung.
Reflectiren, zurückwerfen, nachdenken.
Reflexion, Zurückwerfung, z. B. des Lichtes.
Regen 249.
Regenmenge 252; K. 350.
Reibungs-Conglomerat, K. 282.
Reich der Moose und Saxifragen 290.
Reif 249.
Reihenvulkane 80; K. 249.
Reproductionsorgane, Wiedererzeugungsorgane, Geschlechtstheile.
Reptilien 151.
Resinöse Elektricität, Harzelektricität, die z. B. durch Reiben des Bernsteins entsteht, und der positiven Glaselektricität entgegengesetzt ist, deshalb auch negativ genannt wird.
Respiration, Einathmung 220.
Rhinoceros 165.
Riesentöpfe 216.
Rillen auf dem Monde 36.
Rinde der Erde, K. 166.
Ringgebirge des Mondes 35.
Ringinseln 271.
Römer 296.
Rotation, Umdrehung.
Rotationsaxe, Drehungsaxe.

Rotationsebene, Umdrehungsebene, K. 98.
Rotations-Sphäroid, eine durch Umdrehung um eine Axe abgeplattete Kugel. K. 171.
Rotations-Strom, K. 326.
Rothe Race 297. 298.
Rother Schnee, K. 372.
Rothliegendes 95. 96. 112.
Rückblick 329.
Russen 295.

## S.

Säugethiere 116. 118. 120. 158.
Sahlbänder, nennt man das, was zunächst an den Spaltenwänden der Gänge (Spaltenausfüllungen) liegt.
Salsen, K. 232.
Salzsoolen 196.
Samojeden 295. 301.
Sanscrit-Race 295. 300.
Saturn (der Planet) 22.
Saturnustrabanten, K. 100.
Sauerstoff der Atmosphäre 118. 220.
Saurier 114. 116. 117. 154; K. 287.
Schaffen, K. 87.
Schafthalme 111. 115.
Schematismus, Vorbildung, ideale Vorbildung.
Schichtgesteine 93.
Schiefer, K. 266.
Schiefergesteine 99.
Schlammvulkane, K. 234.
Schnecken 147.
Schnee 249.
Schneegrenze 230; K. 355.
Schotten 296.
Schuttbügel 121.
Schuttland, K. 265. 292.
Schwärmerei 318.
Schwarze Race 297. 298.
Schwefel, K. 278.
Schwefelwasserstoffgas 83.
Schwerpunkt, nennt man den Punkt eines Körpers, in welchem der Wirkung nach seine ganze Schwere concentrirt ist, der z. B. jedenfalls unterstützt sein muß, wenn der Körper nicht fallen soll. Bei einer durch und durch gleichartigen Kugel fällt der Schwerpunkt allemal mit dem Mittelpunkt zusammen. Wenn aber z. B. die eine Hälfte der Kugel aus Blei, die andere aus Holz besteht, so fällt jedenfalls der Schwerpunkt der ganzen Kugel weit in die Bleihälfte hinein.
Schwerpunkt der Länder, K. 319.
Scorpione 150.
Scythen 295. 298. 299.
Satelliten, K. 99.
Seculäre Schwankungen 65.
Seculäe, Jahrhunderte umfassenden Perioden angehörig.
Secundärformationen, K. 264.
Sedimentgesteine 94.
Seeklima 233.
Seesterne 145.
Seewind, K. 339.
Segment, Abschnitt.
Seldschuken 321.
Selenitisch, mondlich, dem Mond angehörig.
Semiten 300.
Senkung des Landes 76. 181. 183.
Senkungsfelder 76.
Serpentin, K. 263.
Sidirier 295.
Sidirisch, den gestirnten Himmel betreffend, himmlisch im physischen Sinne.
Sigillarien 143.
Silurisch, nennt man in England die Schichten, die der mittleren Region der deutschen Grauwacke entsprechen.
Sindfluth 167.
Sinken des Landes 181; K. 314.
Sinkt das Meer? K. 316.
Skandinavier 296.
Slaven 295. 300.
Solarlich-lunar, von Sonne u. Mond abhängig.
Solidarisch, gegenseitig.
Sonnen, K. 93.
Sonnensystem 22; K. 94.
Species (Art), die unterste Eintheilungsstufe der Mineralien, Pflanzen und Thiere, z. B. der Löwe ist eine Thierspecies, der Tiger eine andere Species, die aber beide einer Gattung (Genus) angehören.
Specifisches Gewicht, Eigenschwere der Körper im Vergleich zu ihrer Raumausdehnung, man pflegt in der Regel bei festen Körpern ihr specifisches Gewicht mit dem des Wassers zu vergleichen und sagt z. B., das specifische Gewicht eines Körpers ist gleich 0,5 (1/2) oder gleich 2, wenn ein bestimmtes Volumen desselben halb so schwer oder noch einmal so schwer ist als ein gleiches Volumen Wasser.
Speculation, ist der Gegensatz von Empirie, s. d.
Sphäre, Kugel, auch bildlich gebraucht, Wirkungskreis, Region.
Spiralen, nennt man zwei Arten krummer Linien. Einmal die, welche der Axe eines Fadens entsprechen, den man in einer Ebene um sich selbst aufgewickelt hat (ebene Spi-

rale); dann aber auch die den Gewinden der Schrauben entsprechenden (aufsteigenden Spiralen), sie können rechts oder links gewunden sein.
Sporadden, zerstreut liegende (z. B. Inseln).
Sporadisch, vereinzelt.
Sprache, K. 383.
Springquellen 196.
Stabilität, Beständigkeit, Gleichmäßigkeit.
Statik des organischen Lebens 277.
Steinkohlenformation 96. 97; K. 292.
Steinsalz 136. 278.
Steppen, K. 265.
Stern-Aichung 15; K. 92.
Sternbildung, K. 87.
Sternhaufen 16; K. 158.
Sternlücken 17; K. 150.
Sternschnuppen 42; K. 94. 120.
Sternschnuppenschwärme 22.43; K. 121.126.
Sternschwärme, K. 88. 158.
Stigmarien 111. 143.
Stirn 316.
Strahlenbrechung 33.
Stratus 253.
Streichrichtung, Horizontalerstreckung einer geneigten Ebene.
Strom des heiligen Laurentius, K. 130.
Stoffe 5.
Stylasteriden 145.
Subjectiv, persönlich, von dem Ich ausgehend und auf dasselbe bezüglich (Gegensatz von objectiv).
Sublimation, Verflüchtigung und Festwerden aus Dämpfen, K. 259.
Sublimiren, aus Dampfform fest werden.
Subtilität, Genauigkeit, Feinheit des Verfahrens.
Sündfluth-Mensch, K. 288.
Süßwasserkalkstein, K. 266.
Sumpfgewächse 117.
Syenit, ein krystallinisches Gemenge aus Feldspath und Hornblende 100; K. 261.
Symbolisirend, versinnlichend, sinnbildlich darstellend.

T.

Taguleen 286.
Talent 318.
Talkschiefer 99.
Tangentialkraft, Kraft, welche in tangentialer Richtung wirkt, wie die sogenannte Centrifugalkraft. Es ist eigentlich keine besondere Kraft.
Tang-Wiesen, K. 228.
Tartaren 295. 297. 300. 301.
Tasmanier 297.
Teleosaurus 157.
Teleskopisch nur durch ein gutes Fernrohr sichtbar.
Teleskopische Planeten, K. 94.
Tellurisch, die Erde betreffend.
Temperatur der Erdoberfläche 227.
Temperatur der Luft 240.
Temperatur des Meeres, K. 322.
Temperaturwechsel 243.
Tenuität, Dünnheit, Grad der Ausdehnung.
Terebrateln 146.
Terra incognita, unbekanntes Land, auch bildlich: unbekanntes Gebiet.
Tertiär, der Molassegruppe angehörig. 97.
Tertiärformationen 118; K. 264.
Tertiärgebilde, ist gleich Molassegebilde 97; K. 292.
Tentonen 297. 300.
Thaupunkt, K. 356.
Thermalquellen, Quellen von hoher Temperatur.
Thermen, warme Quellen.
Thermisch, warm, von Wärme abhängig.
Thermomagnetisch, durch Wärme magnetisch.
Thermometer, diese sind für wissenschaftliche Zwecke gewöhnlich nach Celsius, d. h. in 100 Grade zwischen Thau- und Siedepunkt eingetheilt, man nennt das auch die Centesimaleintheilung (C.). Im gewöhnlichen Leben findet man aber bei uns sehr oft die Reaumur'sche (R.) und in England die Fahrenheit'sche (F.) Eintheilung. Diese verhalten sich so zu einander:

| C. | R. | F. |
|---|---|---|
| 100 | 80 | 212 |
| 95 | 76 | 203 |
| 90 | 72 | 194 |
| 85 | 68 | 185 |
| 80 | 64 | 176 |
| 75 | 60 | 167 |
| 70 | 56 | 158 |
| 65 | 52 | 149 |
| 60 | 48 | 140 |
| 55 | 44 | 131 |
| 50 | 40 | 122 |
| 45 | 36 | 113 |
| 40 | 32 | 104 |
| 35 | 28 | 95 |
| 30 | 24 | 86 |
| 25 | 20 | 77 |
| 20 | 16 | 68 |
| 15 | 12 | 59 |
| 10 | 8 | 50 |
| 5 | 4 | 41 |
| 0 | 0 | 32 |

Unter 0 Grad ist das Verhältniß natürlich dasselbe, nur daß die Fahrenheit'sche Skala bei ziemlich genau — 18° C. oder — 12,8° R. erst ihren Nullpunkt erreicht.

Thermoscop, Instrument, durch welches man sehr kleine Wärmeunterschiede beobachten kann. Gewöhnlich benutzt man dazu die Erzeugung der Elektricität durch Wärme.
Thier 256. 259. 278.
Thierische Wärme 223.
Thierkreislicht, K. 142.
Thierleben im Eise, K. 369.
Thierleben im Meere, K. 370.
Thon 249.
Tiefseen 106; K. 314.
Tiger 166.
Topographisch, was die genaue Beschreibung oder Darstellung einer Gegend betrifft.
Trachyt, ist ein hauptsächlich aus glasigem Feldspath bestehendes krystallinisches Gestein 100. 106; K. 264.
Traditionell, nur durch mündlichen Nachrichten bekannt.
Transitionsgebirge, Uebergangsgebirge, Grauwackengruppe 97.
Translation, Fortbewegung.
Translatorisch, von der Fortbewegung abhängig, vorübergehend.
Trapez, eine unregelmäßig vierseitige Figur.
Travertino, eine Art Kalktuff, K. 260. 266.
Treibholz, K. 295.
Triasgruppe, auch blos Trias genannt 97. 114; K. 291.
Trilobiten 109. 150.
Tropenland, Erdzone zwischen den Wendekreisen.
Trümmergestein, ein aus Bruchstücken zusammengekittetes Gestein, K. 281.
Tschuktschen 301.
Türken 295. 297.
Turanier 302. 303.
Tungusen 297. 301.
Typen, charakteristische Formen. Grundformen.

## U.

Uebergangsgebirge (Uebergangsformationen, soviel als Grauwackengebilde), K. 284; 291.
Umlaufszeiten der Planeten 24.
Undulation, Wellenbewegung.
Ungarn 295.
Unterer Quadersandstein 95.
Unterirdischer Donner, K. 216.
Uranus 22.
Uranologisch, so viel als siderisch, s. d.
Urgebirge (Urgesteine) 105.
Urzeugung 266.

## V.

Variation, Veränderung, Abweichung.
Vegetations-Epochen, K. 293.
Vegetationszonen 281.
Venus 22.
Verbreitung der Organismen 280.
Verbreitung des Lebens 280; K. 372.
Verkieselung, K. 272.
Versteinerungen 137; K. 285.
Virzimbern 296.
Visionsradien, Sehlinien, Gesichtslinien.
Vögel 114. 157.
Vulkane 74; 234. 236.
Vulkanisch 125. 126. 127; K. 244. 258.
Vulkanische Eruption 75.
Vulkanische Gesteine 101.
Vulkanische Gewitter, K. 243.
Vulkanische Thätigkeit 74. 127; K. 243.
Vulkanismus 74; K. 26. 209.
Vulkanisten 124.
Vulkanicität, K. 257.

## W.

Wärmeabnahme in Gebirgen 244; K. 254. (im Meere) K. 321.
Wärmeäquator 232.
Wärmebewegung im Erdinnern, K. 191.
Wärme der Erde 61.
Wärmeentbindung, Freiwerden von gebundener (latenter, unwahrnehmbarer) Wärme. So wird z. B. Wärme frei, wenn man Luft zusammenpreßt.
Wärmelinien 231; K. 346.
Wärmevertheilung, K. 340.
Wahnsinn, K. 95. 96.
Wanderung der Pflanzen 283.
Warme Quellen 195.
Wasser 334.
Wasserhemisphäre 181.
Wealden, eine Flötzformation 117.
Wegebreit 282.
Weincultur, K. 350.
Weintödter 238.
Weiße Race 297. 298.
Wellenbewegung 333.
Weltäther 21.
Weltdunst, K. 86. 94.
Weltinsel 21; K. 92.
Weltkörperbahnen 330.
Weltmeer 199.
Weltstoffe 44.
Wenden 295.

Wetter 236.
Wetterprophezeihung 238.
Wetterregeln 238.
Wetterursachen 237. 240.
Wiege des Menschengeschlechtes, K. 381.
Winde 244.
Witterung, K. 364.
Witterungserscheinungen, K. 337.
Wolken 249. 250. 253.
Wurfkraft 27.

## Z.

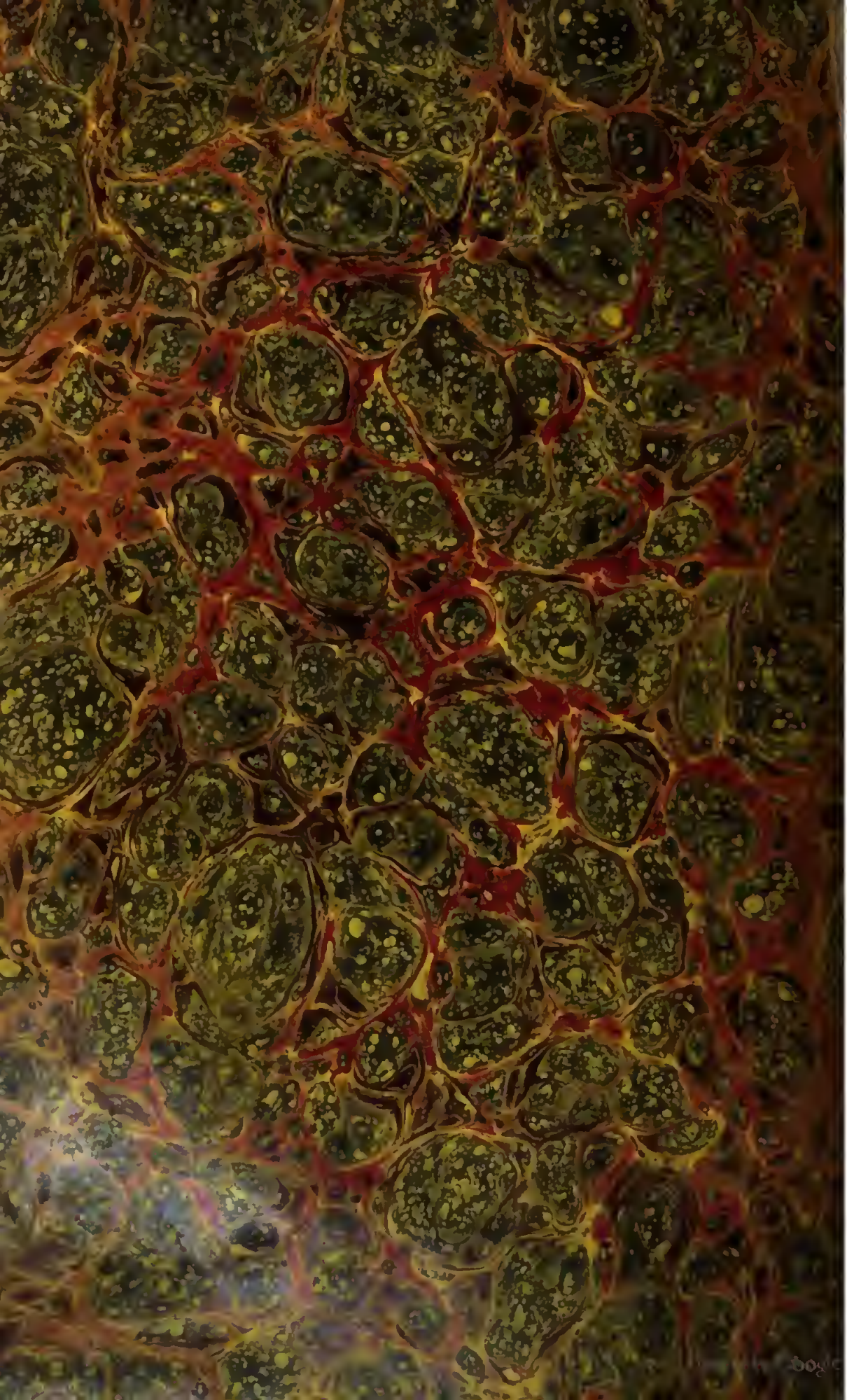
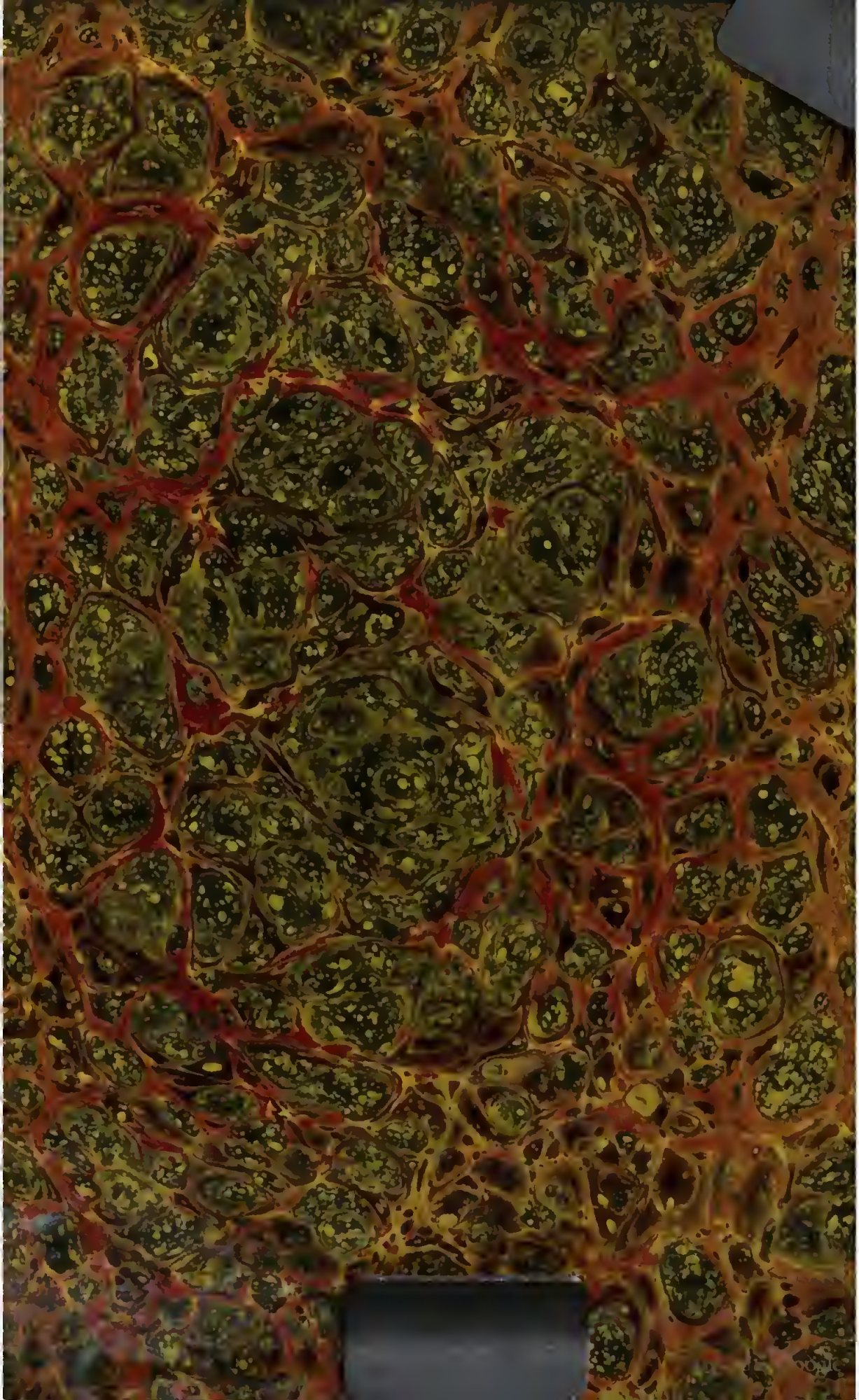
Zahmheit der Thiere 288.
Zechstein 95. 112.
Zechsteingruppe 97.
Zenith, höchster Punkt des Himmels, Scheitelpunkt, eine Linie, welche wir uns vom Mittelpunkt der Erde durch unseren Standpunkt in den Weltraum verlängert denken, durchschneidet den Zenith.
Zeuglodon 159.
Zigeuner 297.
Zodiakallicht 22; K. 89. 95. 143.
Zone der Alpenpflanzen 200.
Zone der Nadelhölzer 290. 292.
Zone der immergrünen Laubhölzer 291. 292.
Zone der sommergrünen Laubhölzer 291. 292.
Zonen der Organismen 288.
Zweckmäßigkeit 337.
Zweischalige Muscheln 146.

SBN 649842

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

# Berichtigungen.

S. 34 Z. 12 v. u. statt eines atmosphärischen l. einer Atmosphäre
S. 92 Z. 10 v. o. statt weist l. ausweist
S. 103 Z. 7 v. o. statt bildlich l. ideal
S. 121 Z. 19 v. o. statt Asar l. Äsar
S. 137 Z. 1 v. o. statt Brown's l. Broun's
S. 151 Unter dem Holzschnitt fehlt:
Pterichthys.
S. 156 Z. 10 v. u. statt diese l. die
S. • Z. 7 v. u. statt gewesen l. ist
S. 176 Z. 21 v. o. statt stehen geblieben l. zerstört werden
S. 203 Z. 10 v. u. statt Georgia l. Chiogia
S. 263 Z. 19 v. o. statt Gesetz l. besonderes Gesetz
S. 281 Z. 2 v. u. statt örtliche l. andere
S. 284 Z. 12 v. o. statt würde diese Insel l. würden diese Inseln
S. 285 Z. 19 v. o. statt Landesproducte l. Landproducte

Druck von J. B. Hirſchfeld in Leipzig.